



# Possibility and usefulness flood series reconstruction, for the study of extreme floods in small watersheds. Case study of four small tributaries of the Aude river, France.

Olivier Payrastre

## ► To cite this version:

Olivier Payrastre. Possibility and usefulness flood series reconstruction, for the study of extreme floods in small watersheds. Case study of four small tributaries of the Aude river, France.. Sciences of the Universe [physics]. Ecole des Ponts ParisTech, 2005. English. NNT : . pastel-00001792

**HAL Id: pastel-00001792**

**<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00001792>**

Submitted on 15 Jun 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES**

## **THÈSE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES**

spécialité: **SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'ENVIRONNEMENT**

présentée et soutenue publiquement par

**Olivier PAYRASTRE**

le 15 Décembre 2005 à Champs sur Marne

École doctorale : Eau Ville Environnement

Titre de la thèse :

**Faisabilité et utilité du recueil de données historiques pour  
l'étude des crues extrêmes de petits cours d'eau**

**Etude du cas de quatre bassins versants affluents de l'Aude**

Directeur de thèse :

M. : Hervé ANDRIEU Lcpc, Nantes

Co-Directeur de thèse :

M. : Eric GAUME Enpc/Cereve, Marne la Vallée

Jury :

M. :	Philippe	BOIS	Enshmg, Grenoble	Président
MM. :	Michel	LANG	Cemagref, Lyon	Rapporteurs
	Taha B.M.J.	OUARDA	Inrs ETE, Québec	
MM. :	Maria del Carmen	LLASAT	Université de Barcelone, Espagne	Examinatrice

---

---

# Remerciements

Mes remerciements vont en premier lieu aux personnes qui ont soutenu mon idée de réaliser ce travail de recherche : mon directeur de thèse, Mr Hervé Andrieu, ainsi que Mr Eric Gaume et Mr Didier Bellefleur.

Ensuite aux personnes qui ont permis ma mise à disposition au CERERE pour réaliser ce travail, tout particulièrement Mr Lionel Moulin.

Je tiens également à remercier l'ensemble des personnes qui m'ont apporté leur aide lors de ce travail :

- Mr Pierre Gallet, qui m'a présenté et donné accès à l'ensemble des données et documents disponibles au Service de Prévision des Crues de la DDE de l'Aude.
- Mme Magali Pons, qui m'a fait profiter de sa connaissance des bassins de la Montagne Noire, et m'a notamment indiqué l'emplacement de nombreux repères de crue.
- Les agents des Archives Départementales de l'Aude, qui ont guidé ma recherche dans ce fonds.
- Mr Denis Coeur, dont les conseils ont été particulièrement utiles lors de ma recherche en archives.
- Mr Thomas Esclaffer, qui m'a accompagné sur le terrain lors des levés topographiques.
- Mr Michel Lang, dont les conseils concernant le traitement statistique des données m'ont aidé à plusieurs reprises.
- Mr Luc Neppel, qui m'a fourni l'ensemble des données pluviométriques dont il disposait sur le bassin versant de l'Aude.
- et bien évidemment Mr Eric Gaume et Mr Hervé Andrieu, qui m'ont encadré tout au long de cette thèse.

Je remercie enfin les personnes qui ont accepté d'évaluer ce travail : Mr Michel Lang et Mr Taha B.M.J. Ouarda, rapporteurs, ainsi que Mr Philippe Bois et Mme Maria C. Llasat.



---

---

## Résumé

Ce mémoire traite de l'estimation de la fréquence d'occurrence des crues éclair, dans des petits cours d'eau de la région méditerranéenne. Pour préciser l'étude statistique de ces événements, relativement rares, l'idée développée a été de reconstituer des historiques de crues sur une période pouvant aller jusqu'à deux siècles. Quatre petits cours d'eau affluents de l'Aude, dont la surface n'excède pas  $200 \text{ km}^2$ , ont été étudiés. Une méthodologie de recherche d'informations historiques, déjà appliquée avec succès à des cours d'eau français plus importants, a été reprise. Elle a permis de mettre en évidence les fonds d'archives dignes d'intérêt dans le cas de l'étude des cours d'eau de petite taille. Ces fonds sont essentiellement locaux (archives départementales, et archives des services de l'état chargés de l'hydrométrie et de l'annonce des crues). Les fonds à caractère national (Archives Nationales, fonds M.Pardé, fonds historique de l'ENPC), en revanche, présentent un intérêt secondaire, et l'exploitation des archives de la presse s'est également avérée décevante. Les documents d'archives finalement valorisés proviennent pour l'essentiel des Services des Ponts et Chaussées, et des Services Vicinaux (séries S et O aux Archives Départementales). Ces documents s'avèrent suffisamment riches, dans les quatre cas étudiés, pour reconstituer des historiques de crues d'une durée d'un à deux siècles. Il est également possible d'évaluer le seuil de perception associé à ces séries, ainsi que le débit de pointe des principales crues. Les estimations de débit réalisées restent toutefois incertaines et ont pour cette raison été représentées sous forme d'intervalles de débits possibles. L'exploitation statistique de ces séries met tout d'abord en évidence l'hétérogénéité des débits de crues parmi les cours d'eau étudiés. L'intérêt des données historiques est ensuite clairement mis en évidence, à la fois pour effectuer le choix de distributions statistiques aptes à représenter les séries observées, puis pour préciser le calage de ces distributions. Il apparaît surtout que les risques d'erreurs sont extrêmement importants, lorsque ces méthodes consistant à ajuster des distributions statistiques aux séries observées, sont appliquées à partir des séries systématiques de courte durée. Les informations historiques permettent de fiabiliser ces méthodes, même lorsque les informations valorisées sont très incomplètes (par exemple limitées au décompte des dépassements d'un seuil ou à une crue historique unique). Par comparaison, la méthode du Gradex apparaît beaucoup plus robuste lorsque seules les données systématiques sont disponibles. Elle donne des résultats très cohérents avec les données historiques, et reproduit notamment très bien, à condition d'évaluer correctement le facteur de forme, la variabilité des débits parmi les bassins étudiés. Mais cette variabilité des débits devra tout de même être mieux expliquée, avant d'espérer extrapoler les résultats obtenus à des bassins non jaugés notamment.

---

# Abstract

## *Possibility and usefulness of historical flood series reconstruction, for the study of extreme floods in small watersheds. Case study of four small tributaries of the Aude river, France*

This study deals with the estimation of flash flood frequency, in small watersheds of the French Mediterranean area. In order to improve statistical analysis of these events, the idea developed was to gather, as made as possible, historical information concerning floods over a two century period. Four small tributaries of the Aude river (south-east of France) were studied. Each of them has a catchment area of less than  $200 \text{ km}^2$ . For historical information gathering, a methodology that already gave successful results in the case of larger French rivers was applied. Using this methodology it was possible to identify archive sources that were of real interest to the particular case of small watersheds. These sources are essentially local archive collections (“archives départementales”, archives from hydrometry and flood warning services). On the other hand, national archive collections (“Archives Nationales”, M.Pardé collection, and the ENPC’s historical collection) contained little useful information, and archives from newspapers were equally disappointing. Archive documents that were finally used, come essentially from the “Services des Ponts et Chaussées” or the “Services Vicinaux” (archives located in the S and O series in the Archives Départementales collection). Nevertheless, in the four cases studied these documents gave sufficient information to build historical flood series of one to two centuries in length. The perception thresholds associated with these series, and also the peak discharge of the main historical floods, could be estimated. Considering the large uncertainty of these estimations, discharges were represented in the form of possible upper and lower bounds. The statistical study of these series first reveals the high heterogeneity of flood peak discharges among the four studied watersheds. The usefulness of historical data is then highlighted, for the selection of appropriate statistical distributions for the series, as well as for the fitting of these distributions. As only short systematic series are used, the application of such methods, which consist of fitting a statistical distribution to the observed series, can lead to very important errors. Historical data make these methods more reliable, even in the case of very limited information (number of times a threshold is exceeded, or information limited to just one historical flood). In comparison, the Gradex method appears much more robust when only systematic data is available. This method gives flood quantile estimates that are largely coherent with historical data. Moreover, the variability of flood discharges among the four case studies is well represented using this method, due to high variations of the shape factor (this factor must be carefully estimated in each case). Finally, in order to extend these results to other watersheds, especially ungauged ones, the reasons for this variability on flood discharges must first be better understood.

# Table des matières

Remerciements . . . . .	3
Résumé . . . . .	4
Table des Matières . . . . .	7
<b>1 Chapitre introductif : la question de l’occurrence des crues éclair dans les bassins versants méditerranéens</b>	<b>13</b>
1.1 Une illustration : Les crues du Gard en septembre 2002 . . . . .	16
1.1.1 Les données de terrain recueillies . . . . .	17
1.1.2 Le caractère “hors du commun” de la crue . . . . .	18
1.1.3 Les doutes concernant la période de retour possible de l’événement . . . . .	20
1.1.4 Conclusion . . . . .	21
1.2 Le terrain d’étude retenu dans l’Aude : caractéristiques des bassins, et connaissance initiale limitée des crues de ces bassins . . . . .	22
1.2.1 Le bassin versant de la Clamoux . . . . .	22
1.2.2 Le bassin versant de l’Orbiel . . . . .	25
1.2.3 Le bassin versant du Lauquet . . . . .	27
1.2.4 Le bassin versant de la Salz . . . . .	29
1.3 Conclusion, et présentation du contenu du mémoire . . . . .	31
<b>2 La collecte de l’information historique concernant les crues : éléments méthodologiques, et sources documentaires utilisées pour l’étude des petits cours d’eau Audois</b>	<b>33</b>
2.1 Introduction . . . . .	33
2.2 Travaux antérieurs de reconstitution d’historiques de crues . . . . .	34
2.2.1 Travaux menés en France . . . . .	34
2.2.1.1 Les travaux menés dans les Pyrénées Orientales et le Puy de Dôme	35
2.2.1.2 Les travaux menés sur l’Isère, le Guiers et l’Ardèche . . . . .	36
2.2.2 Travaux menés à l’étranger . . . . .	39
2.2.2.1 Cas de l’Espagne . . . . .	39
2.2.2.2 Cas de l’Italie . . . . .	40
2.2.2.3 Cas de l’Allemagne . . . . .	42
2.2.2.4 Cas du Royaume Uni . . . . .	42
2.2.3 Principaux enseignements tirés des travaux antérieurs . . . . .	43

2.3	Les fonds exploités pour l'étude des cours d'eau de l'Aude : origine, contenu, et intérêt . . . . .	44
2.3.1	L'intérêt limité des archives de la presse locale . . . . .	44
2.3.1.1	Disponibilité des archives de presse . . . . .	45
2.3.1.2	Description générale des informations sur les crues données par la presse . . . . .	47
2.3.1.3	Exhaustivité géographique de l'information recueillie . . . . .	49
2.3.1.4	Possibilités d'exploitation de l'information pour une reconstitution de débit ou pour une hiérarchisation des crues . . . . .	54
2.3.1.5	Synthèse concernant l'utilisation de la presse pour la reconstitution historique des crues . . . . .	56
2.3.2	Méthode retenue pour la collecte de l'information historique en archives (hors archives de presse) . . . . .	57
2.3.2.1	Phase d'Inventaire : Etablissement de l'Etat Général des Sources	57
2.3.2.2	Phase de Collecte : Recensement et référencement des documents dignes d'intérêt . . . . .	58
2.3.3	Les archives départementales de l'Aude . . . . .	60
2.3.3.1	Les séries S et Sw . . . . .	60
2.3.3.2	Les séries O et Ow . . . . .	63
2.3.3.3	La série M . . . . .	63
2.3.3.4	La série W . . . . .	64
2.3.4	Les Archives Nationales . . . . .	65
2.3.4.1	La série F14 . . . . .	66
2.3.4.2	La série F10 . . . . .	68
2.3.4.3	Bilan concernant l'apport des Archives Nationales . . . . .	69
2.3.5	Les archives et données détenues par les services déconcentrés de l'Etat . .	69
2.3.5.1	Les archives anciennes non reversées aux archives départementales	69
2.3.5.2	Les données récentes . . . . .	71
2.3.6	Les fonds spécifiques . . . . .	72
2.3.6.1	Le fonds Maurice Pardé . . . . .	72
2.3.6.2	Le fonds historique de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées .	73
2.3.6.3	Les archives d'EDF . . . . .	74
2.4	Synthèse de l'apport des différents fonds d'archives exploités . . . . .	75
2.4.1	L'intérêt limité de certains fonds d'archives pour l'étude des petits cours d'eau . . . . .	76
2.4.2	Le nombre limité et le regroupement des cotes contenant l'essentiel de l'information . . . . .	77
2.5	Conclusions et enseignements pour les travaux futurs . . . . .	79

<b>3</b>	<b>Vers une information exploitable en hydrologie : la reconstitution des débits de pointe des crues</b>	<b>83</b>
3.1	Introduction . . . . .	83
3.2	Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques . . . . .	84
3.2.1	Cas de la Clamoux . . . . .	86
3.2.1.1	Secteur d'étude retenu . . . . .	86
3.2.1.2	La station de mesure de Villeneuve-Minervois . . . . .	87
3.2.2	Cas de l'Orbiel . . . . .	89
3.2.2.1	Secteur d'étude retenu . . . . .	89
3.2.2.2	La station de mesure de Lastours . . . . .	92
3.2.3	Cas du Lauquet . . . . .	94
3.2.3.1	Secteur d'étude retenu . . . . .	94
3.2.3.2	La station de mesure de Saint-Hilaire . . . . .	98
3.2.4	Cas de la Salz . . . . .	101
3.2.4.1	Secteur d'étude retenu . . . . .	101
3.2.4.2	La station de mesure de Cassaignes . . . . .	102
3.2.5	Normalisation des données de débit - méthode retenue . . . . .	106
3.3	Estimation des débits de pointe des crues historiques . . . . .	107
3.3.1	Informations utilisées pour l'estimation . . . . .	107
3.3.2	Méthodes d'estimation des débits utilisées . . . . .	108
3.3.2.1	Cas des sections en régime uniforme : application de la formule de Manning-Strickler . . . . .	110
3.3.2.2	Cas des sections en régime non uniforme . . . . .	111
3.3.2.3	Recoupement des différentes estimations réalisées pour une même crue . . . . .	113
3.3.3	Présentation de l'ensemble des estimations de débit effectuées . . . . .	114
3.3.4	Cas des crues dont le débit ne peut être estimé . . . . .	114
3.4	Présentation des chroniques de crues finalement obtenues . . . . .	116
3.4.1	Bassin de la Clamoux . . . . .	116
3.4.2	Bassin versant de l'Orbiel . . . . .	119
3.4.3	Bassin du Lauquet . . . . .	121
3.4.4	Bassin de la Salz . . . . .	122
3.5	Conclusion . . . . .	124
<b>4</b>	<b>Apport des séries historiques reconstituées pour l'étude statistique des crues éclair</b>	<b>127</b>
4.1	Introduction . . . . .	127
4.2	Evaluation des probabilités empiriques associées aux séries de crues reconstituées	130
4.2.1	Introduction . . . . .	130
4.2.2	Méthode de calcul retenue . . . . .	131

4.2.3	Premiers enseignements tirés des probabilités empiriques . . . . .	132
4.3	Etude de la stationnarité des séries . . . . .	133
4.4	Confrontation de distributions statistiques aux séries reconstituées . . . . .	139
4.4.1	Choix des distributions statistiques étudiées : Gumbel et Fréchet . . . . .	139
4.4.2	Ajustement des distributions . . . . .	141
4.4.2.1	Choix d'une méthode d'estimation : le maximum de vraisemblance	141
4.4.2.2	Expressions de vraisemblance utilisées . . . . .	144
4.4.2.3	Quelques réflexions concernant la signification de la vraisemblance	147
4.4.2.4	Résultats d'ajustements de la distribution de Gumbel . . . . .	148
4.4.2.5	Résultats d'ajustements de la distribution de Fréchet (ou EVII) .	152
4.4.2.6	Sensibilité des ajustements à l'imprécision des mesures systéma- tiques, et à l'emploi de densités de probabilité dans la fonction de vraisemblance . . . . .	152
4.4.2.7	Conclusion concernant l'ajustement des distributions de Gumbel et de Fréchet . . . . .	159
4.4.3	Tests de validité des distributions . . . . .	160
4.4.3.1	Introduction et principe des tests menés . . . . .	160
4.4.3.2	Exemple de réalisation du test . . . . .	161
4.4.3.3	Autres résultats du test dans le cas de la Clamoux . . . . .	162
4.4.3.4	Résultats des tests menés pour les autres cours d'eau . . . . .	165
4.4.3.5	Conclusions concernant les tests de validité des distributions de Gumbel et Fréchet . . . . .	167
4.4.4	Quelques réflexions concernant la méthode de test employée . . . . .	168
4.5	Détermination et analyse d'intervalles de crédibilité sur les distribu- tions ajustées, par une approche Bayésienne . . . . .	171
4.5.1	Introduction . . . . .	171
4.5.2	Principe des simulations MCMC effectuées pour le calcul des intervalles de crédibilité . . . . .	173
4.5.3	Résultats obtenus dans le cas de la distribution de Fréchet . . . . .	174
4.5.4	Conclusion concernant les intervalles de crédibilité associés à la distribu- tion de Fréchet . . . . .	178
4.6	Application de la méthode du Gradex . . . . .	179
4.6.1	Pourquoi appliquer cette méthode ? . . . . .	179
4.6.2	Estimation du Gradex et des coefficients de forme sur les bassins versants étudiés . . . . .	180
4.6.3	Présentation et analyse des résultats . . . . .	182
4.7	Conclusion . . . . .	183
	<b>Conclusion générale</b>	<b>188</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>194</b>

<b>Annexe A : Etat Général des Sources</b>	<b>203</b>
<b>Annexe B : Etats des Références documentaires, par cours d'eau</b>	<b>237</b>
Bassin de la Clamoux . . . . .	239
Bassin de l'Orbiel . . . . .	247
Bassin du Lauquet . . . . .	259
Bassin de la Salz . . . . .	269
<b>Annexe C : Estimations des débits de pointe des crues historiques, par cours d'eau</b>	<b>279</b>
Bassin de la Clamoux . . . . .	281
Bassin de l'Orbiel . . . . .	299
Bassin du Lauquet . . . . .	321
Bassin de la Salz . . . . .	353





## Chapitre 1

# Chapitre introductif : la question de l'occurrence des crues éclair dans les bassins versants méditerranéens

Au cours des 20 dernières années, une série de catastrophes liées aux crues de petits cours d'eau se sont produites sur le pourtour méditerranéen français. Parmi les événements qui resteront dans les mémoires on peut notamment citer l'inondation de Nîmes en 1988, où les cadereaux<sup>1</sup> qui traversent la ville, et qui drainent une surface somme toute limitée (inférieure à  $50 \text{ km}^2$ ), ont généré un débit évalué à environ  $1000 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  [Desbordes et al., 1989]. Par la suite les crues de l'Ouvèze à Vaison-la-Romaine en 1992, puis de l'Aude en 1999 et enfin du Gard en 2002, sont régulièrement venues rappeler combien ces crues brusques et intenses peuvent s'avérer destructrices.

Ces quelques événements qui ont marqué les esprits sont loin d'être les seuls recensés : d'autres crues, au débit tout aussi énorme, sont régulièrement observées sur de petits cours d'eau : sans prétendre être exhaustif, on peut citer par exemple les crues de la Salz dans l'Aude en 1992, de l'Avène en 1997 et de la Droude en 2001 dans le Gard. Les départements plus éloignés de la Méditerranée peuvent également parfois être concernés, comme cela a été le cas au Grand Bornand en 1987.

Les caractéristiques de ces crues se rapprochent pleinement de la définition des "crues éclair" (flash floods), proposée par l'Association Internationale des Sciences Hydrologiques : "crues dont l'apparition est soudaine, souvent difficilement prévisible, dont le temps de montée est court et le débit spécifique relativement important. Ces crues éclair sont donc généralement liées à des épisodes pluvieux intenses et se manifestent souvent sur des bassins de taille modérée".

Toutefois, par rapport à cette définition, on peut remarquer que les événements que nous avons connu en France au cours des 20 dernières années, ont généré des débits plus que "relativement

---

<sup>1</sup>nom donné à de petits cours d'eau intermittents

---

importants”. D’après la méthode Crupédix [CEMAGREF, 1980], qui permet le calcul d’un ordre de grandeur du débit de crue décennal<sup>2</sup> en France, ce débit serait, en région méditerranéenne, de l’ordre de  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  pour un bassin de 50 à 100  $\text{km}^2$ . Or, bien que l’on sache généralement peu de choses sur les débits qui sont atteints lors des crues éclair méditerranéennes, il semble bien que les débits spécifiques dépassent assez régulièrement les  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (cf. figure 1.2, page 20).

Ces crues “hors normes” bousculent la perception du risque hydrologique dans les régions concernées. Après chaque événement, des éléments d’explication sont recherchés pour expliquer de telles intensités de crues : modification de l’occupation des sols, changements climatiques, ou bien, événement météorologique à caractère tout à fait exceptionnel.

Toutefois, il ne faut généralement pas longtemps, en recherchant quelques informations sur les crues passées, pour remettre en question des explications parfois avancées un peu rapidement : souvent, les témoins, et les quelques repères de crue parfois présents, semblent indiquer que des événements d’intensité comparable ont déjà été observés dans le passé. Les crues éclair méditerranéennes ne sont peut être pas des phénomènes aussi rares que l’on pourrait le penser. . .

Les événements successifs observés en France ces dernières années ont peu à peu occasionné une prise de conscience du risque lié à ces crues éclair. La compréhension de l’occurrence statistique<sup>3</sup> de ces crues revêt par ailleurs un intérêt tout particulier à l’heure de la mise en place des Plans de Prévention des Risques. A l’heure actuelle, et à défaut d’une réelle connaissance de l’aléa, l’événement pris pour référence dans ces plans correspond à la plus forte crue historique connue, ou à défaut à la crue centennale, calculée par des formules à caractère trop général pour pouvoir réellement représenter un risque local méconnu.

Il n’est généralement pas possible de préciser ce risque local, à partir d’informations qui restent très éparpillées et qualitatives. Tout d’abord parce que même les événements récents échappent souvent aux réseaux de mesure, car ils se produisent sur de petits cours d’eau non équipés de stations limnigraphiques, ou parce que ces stations, lorsqu’elles sont présentes, sont endommagées ou emportées par les crues. Ensuite, parce que les informations sur les crues anciennes sont encore plus limitées : les témoignages permettent généralement d’identifier des dates de crues importantes, mais rarement de quantifier l’intensité de ces crues. Les repères de crues donnent une information sur les niveaux d’eau atteints, mais ils restent rares et éparpillés, et les niveaux qu’ils indiquent sont étroitement liés à la configuration du site au moment de la crue. Enfin, ces informations, qu’il est possible de recueillir sur le terrain, concernent généralement une période qui ne remonte pas plus d’un siècle en arrière, ce qui reste assez court au regard de la période de retour supposée de ces crues (quelques dizaines à quelques centaines d’années).

---

<sup>2</sup>débit de période de retour 10 ans, ou dont la probabilité annuelle de dépassement est égale à 1/10

<sup>3</sup>on parle également souvent de période de retour

Si le manque d'informations sur les crues éclair est important à l'heure actuelle, quelques travaux récents permettent d'espérer un progrès dans les années à venir. Tout d'abord, parce que les missions de retour d'expérience menées après les événements de 1999 dans l'Aude, et de 2002 dans le Gard, ont montré qu'il était possible de reconstituer après coup des informations valorisables concernant le déroulement des crues éclair, concernant notamment les débits des pics de crue et les horaires de ces pics. Ces données ont dans un premier temps été utilisées pour mieux comprendre la relation pluie-débit des bassins versants lors de ces événements. Elles restent aujourd'hui disponibles pour l'analyse fréquentielle des crues, et seront probablement complétées à l'avenir dans le cadre de l'Observatoire Hydro-Météorologique Méditerranéen Cévennes Vivarais<sup>4</sup>, qui prévoit de renouveler de façon systématique ce type de retour d'expérience. D'autre part, de récents travaux de collecte d'informations historiques sur les crues ont montré qu'il était possible, à partir de recherches en archives, de reconstituer des séries de débits de pointe des crues historiques, remontant plusieurs siècles en arrière. Ces expériences, développées notamment dans le cadre du projet Européen SPHERE, ont pour l'instant été menées sur des cours d'eau relativement importants comme l'Isère ou l'Ardèche, mais leur succès nourrit l'espoir de pouvoir réaliser ce type de reconstitutions, sur les cours d'eau de taille beaucoup plus limitée qui sont sujets aux crues éclair.

Le travail présenté dans ce mémoire, constitue un essai prospectif qui combine ces deux approches (retour d'expérience sur les crues récentes et reconstitution d'historiques de crues). L'objectif poursuivi est de savoir si dans le cas des petits cours d'eau sujets aux crues éclair, des séries d'observations suffisamment longues peuvent être reconstituées, de façon à préciser la probabilité d'occurrence (ou la période de retour) des crues "exceptionnelles" observées dans la période récente. Nous nous sommes donc volontairement intéressés à des cours d'eau de très petite taille, en sachant pertinemment que ceci constituerait un handicap lors de la recherche d'informations historiques sur les crues. Mais nous avons également l'espoir que les méthodes d'estimation des débits développées lors des retours d'expériences sur les crues récentes, qui restent simples et nécessitent une quantité d'informations somme toute limitée, pourraient être appliquées aux crues historiques. Dès le départ, il paraissait donc évident que les données historiques reconstituées, si elles pouvaient l'être, seraient probablement très imprécises. La question était de savoir si malgré cette imprécision, ces données pourraient s'avérer d'une quelconque utilité pour l'étude statistique des crues des cours d'eau étudiés.

Le sujet de cette recherche peut finalement se résumer en deux questions : Dans quelle mesure est il possible de reconstituer des séries de débits de pointe de crues historiques, dans le cas de petits cours d'eau<sup>5</sup> ? Ces séries de données, malgré leur imprécision, permettent elles de mieux cerner l'occurrence statistique des crues éclair ?

---

<sup>4</sup>Observatoire de Recherche en Environnement, auquel participent 15 organismes de recherche français et étrangers

<sup>5</sup>cours d'eau dont la surface drainée n'excède pas quelques dizaines de  $km^2$

Quatre bassins versants affluents de l'Aude ont pu être étudiés. Deux de ces bassins, la Clamoux et le Lauquet, ont été touchés de plein fouet par l'événement pluvieux des 12 et 13 novembre 1999. Un autre, la Salz, a connu une crue éclair remarquable le 26 septembre 1992, dont le débit est estimé à environ  $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  pour une surface de  $131 \text{ km}^2$ . Le dernier bassin, celui de l'Orbiel, a été épargné lors des événements les plus récents, mais sa proximité avec les deux autres bassins étudiés, ainsi que les quelques témoignages recueillis lors de la visite de ces bassins et les quelques repères de crues présents, laissent penser que le risque y est probablement tout à fait comparable.

Le choix de l'Aude pour terrain d'étude n'a bien évidemment pas été réalisé au hasard. Ce choix est lié à la mission de retour d'expérience menée suite aux crues de 1999, qui a été en grande partie réalisée par des chercheurs du CERREVE. Bénéficiant d'une bonne connaissance du site et de l'événement de 1999, il nous est apparu intéressant de pouvoir situer cet événement par rapport aux crues antérieures. De plus, deux des quatre bassins étudiés ayant finalement été peu touchés en 1999, il nous paraissait intéressant de voir si des crues éclair d'intensité similaire avaient déjà eu lieu dans ces bassins.

Ce travail de thèse a débuté à l'été 2002. C'est donc dès le début de l'étude que se sont produites les crues du Gard, les 8 et 9 septembre 2002. Suite à ces crues, la communauté scientifique française exerçant dans le domaine de l'hydrologie s'est mobilisée, de façon à effectuer un recueil de données de terrain à la mesure de l'intensité de cet événement. J'ai logiquement pris part à cette mission, qui a mobilisé cinq équipes de recherche différentes. La quantité de données collectées est importante, et ces données illustrent parfaitement la problématique posée au début de ce travail de thèse : un ou plusieurs événements "hors normes" observés dans la période récente, l'impossibilité de situer la période de retour de ces crues en raison d'observations trop limitées dans le temps (voire inexistantes), et la présence de signes indiquant que ces crues ne sont peut être pas si rares...

A titre d'introduction j'ai donc choisi d'effectuer une rapide présentation des données recueillies dans le Gard et des interrogations que ces données peuvent soulever. Cette partie introductive va également être consacrée à présenter les quatre bassins étudiés dans l'Aude, en insistant, là encore, sur la connaissance très limitée que nous possédions au départ concernant les crues de ces bassins.

## 1.1 Une illustration : Les crues du Gard en septembre 2002

L'événement de crue des 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard restera dans les annales. Les cotes de la crue de 1958, qui faisaient jusqu'alors référence dans ce bassin, ont été quasiment partout dépassées. Cet événement, du fait des cumuls de pluie observés, et surtout de l'extension de la zone touchée par ces pluies, ne présente guère d'équivalent connu en France, si ce n'est peut être l'Aiguat de 1940 dans les Pyrénées Orientales. Dans la zone la plus touchée, au sud est d'Alès,

plus de 600 mm de pluie se sont abattus en 48 heures. La quasi totalité du département du Gard a par ailleurs reçu un cumul supérieur à 200 mm (cf. figure 1.1).

Au plus fort de la crue, le Gard a atteint un débit évalué à 5000 à 6000  $m^3.s^{-1}$  à Rémoulins, où la surface drainée s'élève à 1855  $km^2$ . Le Vidourle pour sa part a atteint un débit estimé à 2500 à 3000  $m^3.s^{-2}$  à Sommières, pour un bassin 620  $km^2$ . Depuis la mise en place des stations de mesure, de tels niveaux de débit n'avaient jamais été enregistrés.

Par son intensité, cette crue présente un grand intérêt pour la communauté scientifique. Aussi est il apparu nécessaire de recueillir et conserver un maximum d'informations concernant son déroulement. La crue a pu être enregistrée par un certain nombre de stations limnimétriques sur le cours du Gardon et du Vidourle, mais en revanche aucune station n'est présente sur les petits affluents. Ce sont pourtant bien les crues éclair, quasi-simultanées, de ces affluents, qui ont pu alimenter de telles crues du Gard et du Vidourle. Tous les affluents cependant n'ont pas réagi avec la même violence, ni exactement au même moment : probablement en fonction des cumuls de pluie qu'ils ont reçu, peut être également parce que leur dynamique de réponse à une sollicitation pluvieuse est différente. Sans indications concernant les crues de ces petits cours d'eau, nous nous serions donc trouvés relativement démunis pour comprendre la genèse et la dynamique de cette crue...

### 1.1.1 Les données de terrain recueillies

Une campagne de recueil de données a été menée au cours de l'hiver 2003, avec pour objectif de reconstituer, pour l'ensemble des petits affluents du Gard et du Vidourle, des données concernant le débit de pointe et l'horaire du pic de crue. Cette campagne a mobilisé 18 chercheurs issus de 5 équipes différentes, ainsi que des élèves de l'Ecole des Mines d'Alès.

Sur chacun des cours d'eau, plusieurs sections d'écoulement ont été relevées à partir des laisses de crue, ce qui a permis de réaliser des estimations des débits de pointe atteints. Ces estimations se sont appuyées sur des formules hydrauliques simples. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des méthodes employées, qui ont été développées lors d'une collecte de données similaire menée dans l'Aude suite aux crues de 1999, et qui sont décrites par Gaume [2000, 2002], Gaume et al. [2004, 2003]. Mais nous devons toutefois préciser que cette méthodologie de reconstitution des débits de pointe a très largement inspiré les méthodes que nous allons par la suite utiliser pour l'estimation du débit des crues historiques, et qui seront détaillées dans le chapitre 3.

En parallèle, des témoins, souvent eux même inondés, ont été interrogés de façon à recueillir des informations sur le déroulement dans le temps de la crue : début de la montée des eaux, horaire du ou des pics, durée avant retrait complet des eaux. Au total, 93 sections d'écoulement et 143 témoignages ont été recueillis.

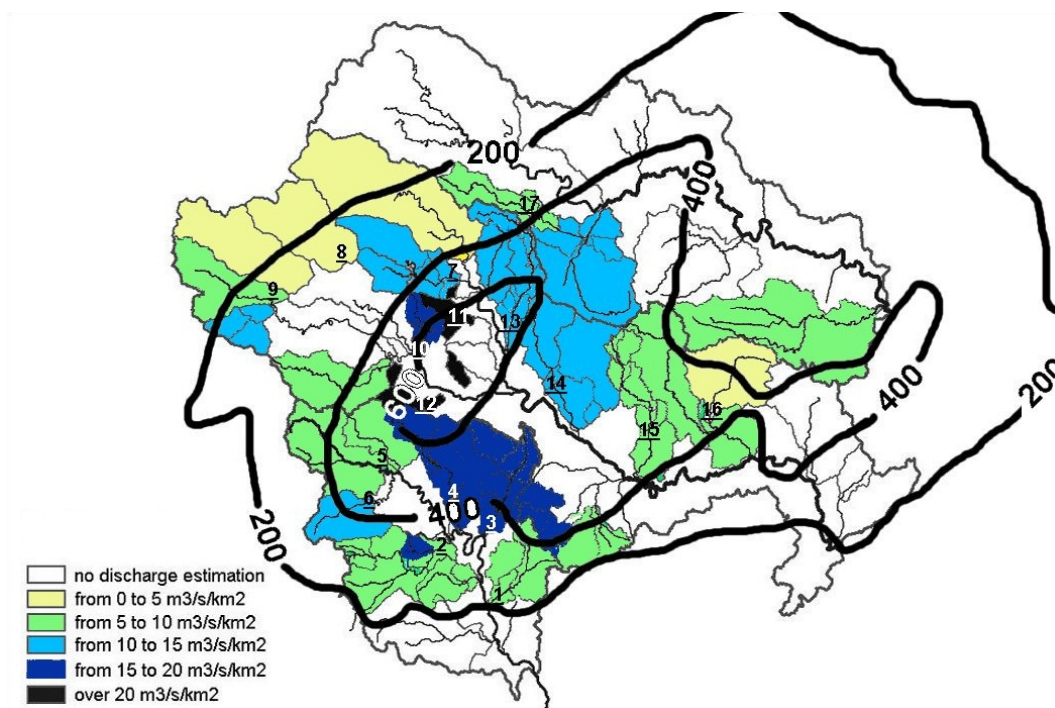


FIG. 1.1 – Carte des isohyètes sur 48 heures, et des débits de pointe estimés pour divers affluents du Vidourle et du Gardon

Ce recueil de données a également concerné la pluviométrie : les données des postes pluviométriques ainsi que des deux radars météorologiques de Nîmes et Bollène ont été regroupées et ont été l'objet d'une analyse et d'une critique détaillée, de façon à préciser au mieux les intensités pluvieuses qui ont généré l'événement [Delrieu et al., 2005].

Le recours à des modèles hydrologiques simples a enfin permis de mettre en relation l'ensemble de ces données, et a mis en évidence la bonne cohérence entre les données pluviométriques et celles concernant les pics de crue. Ceci est très rassurant en ce qui concerne la qualité des informations recueillies sur le terrain. Par ailleurs ces données, malgré leur imprécision, ont montré qu'elles permettaient de tirer des enseignements concernant la dynamique de réponse des bassins versants. Pour plus de détails concernant l'analyse des données recueillies, le lecteur pourra se reporter aux premiers articles publiés suite à ce travail [Delrieu et al., 2005, Gaume et al., 2003].

### 1.1.2 Le caractère “hors du commun” de la crue

La figure 1.1 présente la carte des débits de pointe reconstitués sur chacun des affluents, sur laquelle les cumuls pluviométriques ont été superposés. Logiquement c'est dans la zone des plus forts cumuls, qui ont dépassé les 600 mm au sud ouest d'Alès, que les débits de pointe observés sont les plus importants : ils atteignent, voire dépassent parfois le chiffre faramineux de  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , qui correspond au degré d'intensité de la crue qui a inondé Nîmes en 1988. Mais l'événement de 2002 se caractérise surtout par son extension : sur la quasi totalité des affluents

n° sur figure 1.1	Nom du cours d'eau et localisation	Surface drainée	Débit de pointe crue de 2002	Débit décennal méth. CRUPEDIX
1	Aigalade, Pondre	42	250	186
2	Brestalou, Brouzet-les-Quissac	88	500	337
3	Courme, Montmirat	38	650	172
4	Crieulon, la Rouvière	95	1400	358
5	Vidourle, Conqueyrac	83	600	322
6	Rieumassel, Ceyrac	45	500	197
7	Galeizon	85	1200	328
8	Gardon, Saint Etienne	84	400	325
9	Gardon, Saumane	67	500	271
10	Amous, Générargues	21	400	107
11	Alzon, Saint Jean du Pin	15	450	82
12	Ourne, Tornac	11	300	64
13	Avène, Saint Hilaire	57	600	238
14	Droude, Brignon	99	1200	370
15	Bourdic, Bourdic	39	500	176
16	Alzon, Uzès	76	250	300
17	Auzonnet, Les Mages	46	450	201
	Gardon, Rémoulins	1855	5500	3861
	Vidourle, Sommières	620	2750	1607

TAB. 1.1 – Débits de pointe estimés de la crue de 2002, et débit décennal d'après la méthode Crupédix (calculé en considérant une pluie journalière décennale de 200 mm), pour divers affluents du Vidourle et du Gardon

les débits de pointe se situent au delà de 5 à 10  $m^3.s^{-1}.km^{-2}$ .

A titre de comparaison, le tableau 1.1 présente, pour chacun des affluents étudiés ainsi que pour le Gard et le Vidourle considérés dans leur ensemble, le débit de pointe de la crue de 2002 comparé au débit décennal, calculé par la méthode Crupédix [CEMAGREF, 1980]. Ce tableau montre que le débit décennal supposé a été dépassé, d'un facteur pouvant aller de 2 à 5, sur la quasi totalité des affluents.

Pour illustrer le caractère hors du commun de cet événement, on peut également le comparer aux crues observées sur d'autres cours d'eau : la figure 1.2 présente les débits de pointe de la crue de 2002, comparés aux plus forts débits enregistrés en France, Italie et en Espagne, d'après des données collectées par Stanescu [2004]. Cette figure montre que les débits atteints situent la crue de 2002 parmi les plus fortes crues pour lesquelles nous possédons une information, au delà même du bassin du Gard et des frontières françaises, et ce quelle que soit la surface du bassin considéré.



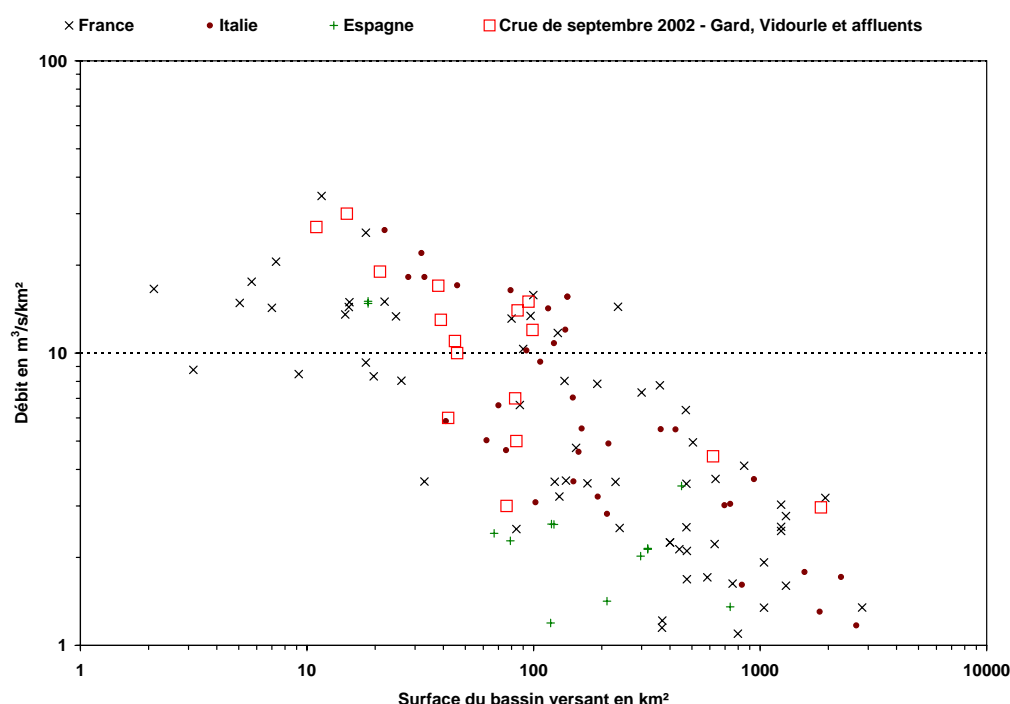


FIG. 1.2 – Situation des crues de septembre 2002, sur un graphe présentant les débits de pointe les plus forts connus en Espagne, France et Italie (données issues de Stanescu [2004])

### 1.1.3 Les doutes concernant la période de retour possible de l'événement

Tous les éléments qui précèdent pourraient amener à conclure hâtivement que la crue de 2002 correspond à un phénomène d'une extrême rareté. Toutefois, plusieurs éléments permettent d'en douter. Tout d'abord, sur la plupart des cours d'eau les témoins indiquent que la précédente crue marquante a eu lieu en 1958. Cette crue a également eu un caractère généralisé, même si elle semble avoir atteint des débits moindres que celle de 2002 sur le cours du Gardon et du Vidourle. Mais cette crue, également très intense, a eu lieu 44 ans seulement avant celle de 2002...

La connaissance des crues qui se sont produites avant 1958 est encore plus limitée. Rares sont les témoins qui citent des événements plus anciens, ce qui ne veut pas dire que ceux-ci n'ont pas eu lieu. La base de données historiques<sup>6</sup> établie par la DDE<sup>7</sup> du Gard montre d'ailleurs que de très nombreux événements de crue sont recensés sur le Gard et le Vidourle au cours des derniers siècles : 118 crues très exactement sur le Gard, entre 1295 et 1958, dont 90 depuis le début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, et 124 crues sur le Vidourle de 1297 à 1958, dont 80 depuis le début du *XIX<sup>ème</sup>*. Les rares informations détaillées concernant ces crues peuvent parfois amener à douter du caractère exceptionnel de l'événement de 2002. A titre d'exemple, on peut citer les repères de crue présents sur l'échelle de crue la commune de Quissac (Vidourle amont). A cette échelle

<sup>6</sup>Base consultable en ligne sur <http://www.gard.equipement.gouv.fr>

<sup>7</sup>Direction Départementale de l'Équipement

la crue de 2002 a largement dépassé celle de 1958, mais les repères présents montrent que deux autres crues, d'intensité similaire voire supérieure à celle de 2002, se seraient produites au cours des trois derniers siècles. Un constat similaire peut être effectué sur le cours du Gardon : une récente recherche, visant à retrouver les traces de paléocrues<sup>8</sup> dans les gorges du Gard, aurait montré, grâce à des sédiments retrouvés dans une grotte non atteinte par la crue de 2002, que des crues supérieures se seraient produites à au moins trois reprises au cours des quatre derniers siècles [Sheffer et al., 2003].

Ces quelques informations historiques ou paléohistoriques disponibles sur le cours du Gard et du Vidourle sont le signe qu'un événement du type de celui de 2002 n'est pas quelque chose d'aussi rare que l'on pourrait le croire. Mais dès lors que l'on s'intéresse de façon individuelle aux petits cours d'eau affluents, ces signes ont tendance à disparaître. Le délai entre les crues éclair successives s'avère pourtant parfois encore plus court : avant 2002, l'Avène, affluent rive gauche du Gard, a par exemple connu une crue éclair particulièrement intense en 1997 ; un autre affluent rive gauche, la Droude, a pour sa part été touché en 2001. Dans chaque cas, la succession des événements amène à douter de leur caractère rare, mais s'agissant de petits cours d'eau, cette fois nous n'avons aucune connaissance des débits atteints par chaque crue, et il est donc difficile de mettre en relation les différents événements connus. D'autre part l'information concernant les crues anciennes devient très limitée voire inexistante. Si les cotes des crues historiques sont souvent disponibles sur le cours de Gardon ou du Vidourle dans la base de données de la DDE, rien ne permet en revanche de qualifier l'intensité des crues des différents affluents.

#### 1.1.4 Conclusion

Il semble finalement que les crues comparables à celle de 2002 ne constituent pas un phénomène extrêmement rare dans le département du Gard. Mais en l'état actuel des données disponibles, il reste bien difficile d'attribuer une période de retour à ces crues. Cet exercice est d'autant plus délicat lorsque l'on s'intéresse aux petits affluents, pour lesquels l'information sur les crues passées est quasi inexistante.

Cet exemple de la crue de 2002 dans le Gard illustre parfaitement les interrogations que posent les crues éclair observées en France dans la période récente : d'un côté l'intensité extrême de ces événements qui porte à croire qu'il s'agit de phénomènes rares, et de l'autre des signes évidents indiquant que ces événements peuvent se reproduire et qu'ils devraient peut être être pris en compte dans les plans de prévention.

Dans la région de l'Aude, la crue de novembre 1999 a suscité exactement les mêmes interrogations. Quelle peut bien être la période de retour d'une crue, qui, du fait du débit énorme atteint par certains cours d'eau, semble être tout à fait exceptionnelle ? Là encore, les éléments de réponse s'avéraient très limités au début de ce travail.

---

<sup>8</sup>crues dont l'occurrence peut être démontrée grâce aux dépôts de sédiments qu'elle ont occasionnés

## 1.2 Le terrain d'étude retenu dans l'Aude : caractéristiques des bassins, et connaissance initiale limitée des crues de ces bassins

Comme dans le cas du Gard, une campagne de collecte de données a été organisée dans l'Aude suite à la crue de 1999. Les principaux résultats de cette enquête post-crue sont présentés par Gaume et al. [2000], Gaume [2002], Gaume et al. [2004]. Grâce à ce travail, les débits de pointe atteints sont connus, pour les principaux cours d'eau touchés, y compris ceux de petite taille qui n'étaient pas équipés de systèmes de mesure. Mais là encore ces débits n'ont souvent aucune commune mesure avec ce qui avait pu être observé auparavant (lorsque des observations avaient été réalisées, ce qui est rare), et il est donc bien difficile de leur attribuer une période de retour.

Nous avons choisi d'étudier plus particulièrement quatre bassins versants affluents de l'Aude, dont la situation est présentée sur la figure 1.3. Deux de ces cours d'eau, l'Orbiel et la Clamoux, drainent les versants sud de la Montagne Noire, et rejoignent l'Aude non loin de Carcassonne (la Clamoux est en réalité un affluent de l'Orbiel). Les deux autres, la Salz et le Lauquet, descendent du versant ouest des Corbières pour rejoindre l'Aude en rive droite, à l'amont de Carcassonne.

Ces quatre cours d'eau ne sont pas les affluents principaux de l'Aude : le Fresquel et l'Orbieu notamment présentent des surfaces drainées beaucoup plus importantes. La petite taille des bassins retenus a d'ailleurs été notre premier critère de choix ( $200 \text{ km}^2$  maximum). Un autre critère important a été la volonté d'étudier des cours d'eau situés dans des massifs différents, et présentant de ce fait une certaine variabilité dans leurs caractéristiques physiques et géographiques.

Seuls la Clamoux et le Lauquet ont connu une très forte crue en 1999. Toutefois, nous savons que dans les deux autres bassins étudiés des crues très intenses se sont également déjà produites, et que la question de l'occurrence des crues éclair se pose donc tout autant. Ces quatre bassins sont connus pour la violence de leurs crues, et la Salz est d'ailleurs depuis très longtemps intégrée au réseau d'annonce des crues de l'Aude.

Nous allons maintenant décrire plus en détail les caractéristiques de chacun de ces bassins, ainsi que des principales crues qui étaient connues, sur chacun d'entre eux, au début de notre travail. Ceci sera l'occasion d'illustrer une nouvelle fois la difficulté à situer la période de retour de crues éclair "exceptionnelles", dont l'équivalent n'a jamais été observé.

### 1.2.1 Le bassin versant de la Clamoux

La Clamoux s'écoule selon une orientation nord-sud, depuis les sommets de la Montagne Noire. Au niveau du pont de Malves, soit deux kilomètres avant la confluence avec l'Orbiel, son bassin versant présente une surface de  $84 \text{ km}^2$ . Les caractéristiques de ce bassin sont détaillées en commentaire de la figure 1.4, page 24.

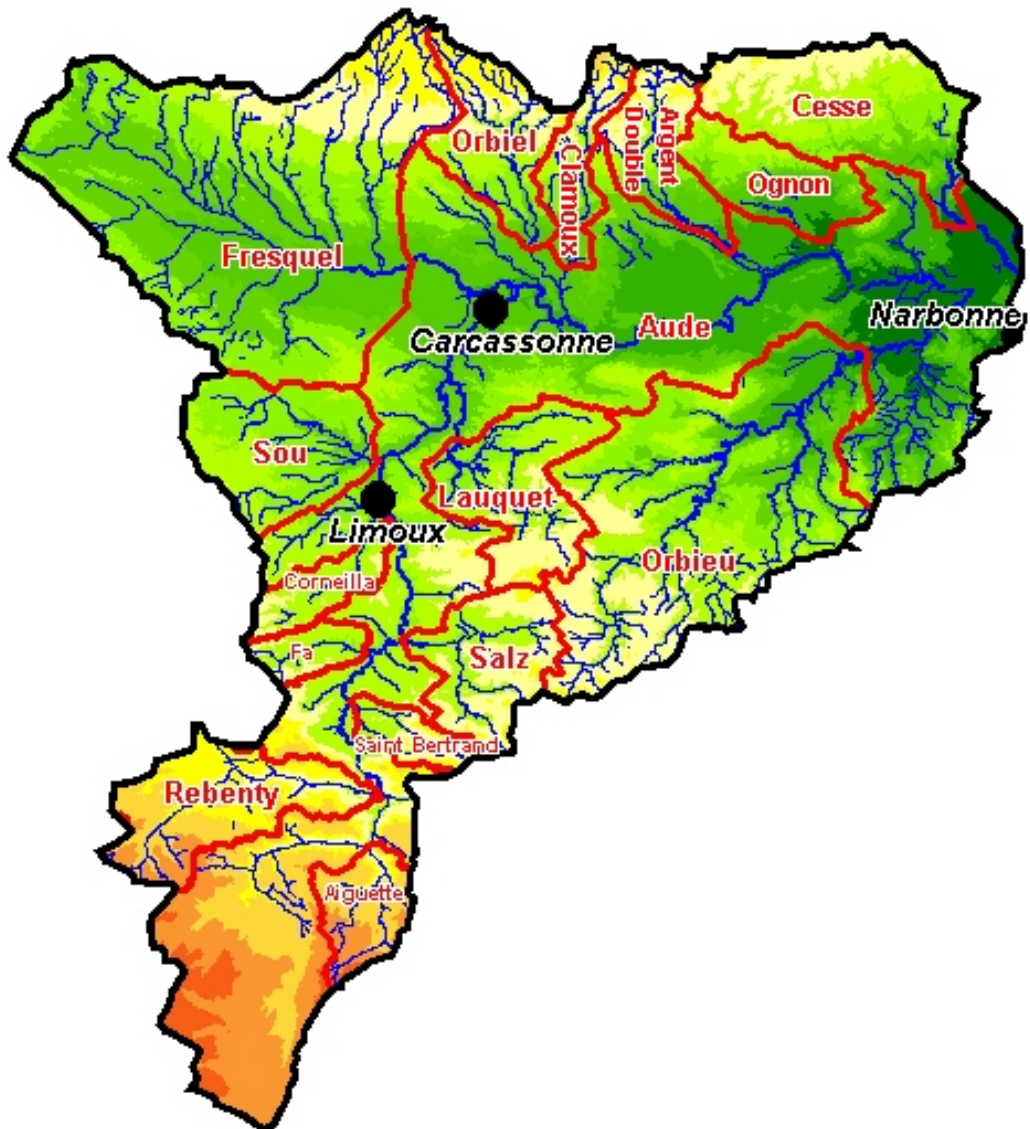
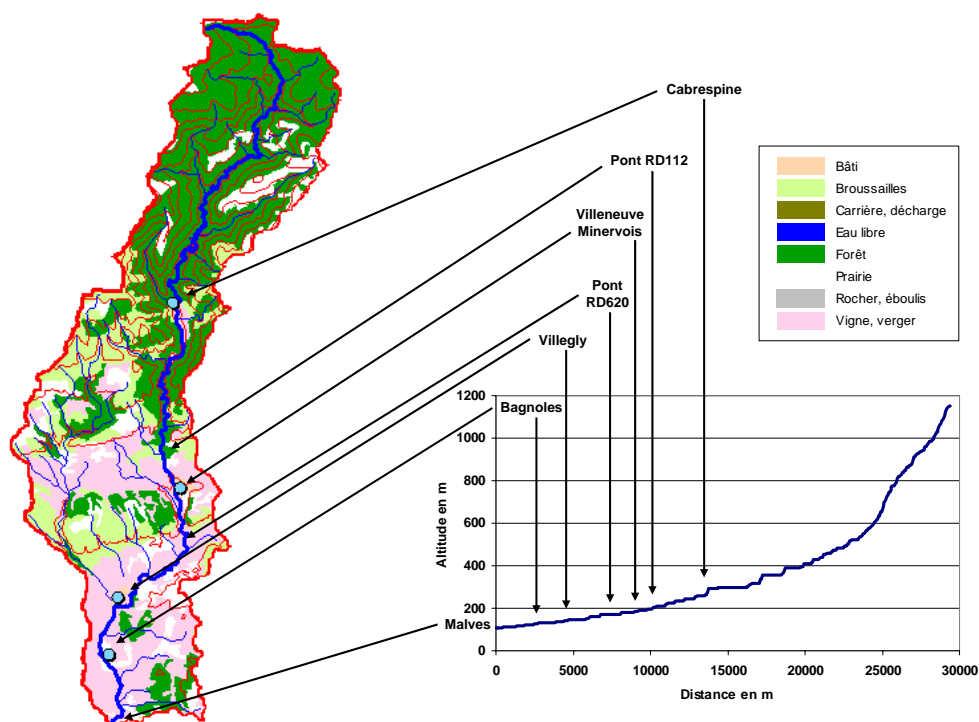


FIG. 1.3 – L'Aude et ses principaux affluents

La Clamoux a été touchée de plein fouet par l'événement de 1999. Le débit estimé de cette crue s'élève à  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  dans la traversée de Villeneuve Minervois [Gaume, 2000], où la surface drainée n'est que de  $42 \text{ km}^2$ . Aucune crue équivalente n'est connue, même si les témoins citent plusieurs autres crues marquantes : 1921, 1930, 1940 et 1962. Des repères sont présents pour les crues de 1930 et 1940, mais sont situés dans deux sections différentes, et n'aident donc pas à établir une hiérarchie entre ces événements. D'autre part, les témoignages sont quelque peu contradictoires au sujet de cette hiérarchie [Gaume, 2000] : après 1999, la crue la plus forte connue semble avoir été observée en 1930 ou 1921.

La crue de 1999, si on la compare aux données mesurées par la station limnimétrique de Villeneuve Minervois (en fonction de 1964 à 1992), se démarque très nettement, comme le montre



Au niveau du pont de Malves, qui accueille une station limnimétrique gérée par la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) Languedoc Roussillon, le lit de la Clamoux se situe à une altitude de 106 m NGF (Nivellement Général de la France). Dans ce secteur, le lit majeur du cours d'eau est large, pouvant parfois dépasser les 100 mètres. Les versants sont plantés de vignes, et atteignent des altitudes peu élevées (150 à 200 m NGF maximum). A Villegly, un affluent important, la Ceize, qui draine une surface de 15 km<sup>2</sup>, rejoint la Clamoux en rive droite. Les champs d'inondation de ces deux cours d'eau se rejoignent au sein même du village de Villegly, qui a de ce fait souvent été inondé. Jusqu'à Villeneuve-Minervois, la Clamoux conserve un lit majeur relativement large, dépassant fréquemment les 50 m. Dans ce secteur, à dominante calcaire, les versants prennent un peu plus de pente et peuvent atteindre des altitudes allant jusqu'à 250 à 300 m NGF. Là encore, la vigne est omniprésente. Le lit du cours d'eau conserve une pente identique à celle rencontrée dans la zone aval, soit 1% en moyenne.

L'aspect du bassin versant change radicalement à l'amont de Villeneuve-Minervois, où la Clamoux s'enfonce dans des gorges très encaissées. Dans ce secteur la pente du lit augmente sensiblement pour atteindre 2% en moyenne. Les versants pour leur part atteignent très rapidement des altitudes dépassant les 500 m. La

roche, constituée d'alternances de grès et de calcaire, est affleurante, et ne laisse place qu'à une végétation basse et éparse. Ce secteur est fortement karstique (signalons la présence, sur le bassin de la Clamoux, du gouffre de Cabrespine), et en période d'été la Clamoux s'y perd fréquemment dans des circulations souterraines, qui se dirigent vers le bassin de l'Orbiel. Quelques kilomètres en amont de Cabrespine, le lit de la Clamoux, toujours très encaissé, adopte une pente nettement plus forte, pouvant dépasser les 8%, et s'élève le long de versants qui culminent rapidement à plus de 1000 m. Dans ce secteur la roche, constituée de grès et de schistes, n'est plus affleurante, les versants et les hauts plateaux étant recouverts d'une forêt de chataigniers.

Outre le pont de Malves, les quelques aménagements remarquables présents le long du cours d'eau, sont, de l'aval à l'amont : le pont de Bagnoles, le pont de Villegly, le pont de la RD620, le pont du couvent à Villeneuve Minervois, le pont de la RD112 (qui a longtemps accueilli une station limnimétrique gérée par la Direction Départementale de l'Équipement), et enfin le pont de Cabrespine. Un seuil est également présent à l'amont de Villeneuve Minervois. Quelques barrages et moulins ont été exploités jusqu'à la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Ils étaient toutefois nettement moins nombreux que sur l'Orbiel, et situés pour l'essentiel dans le secteur aval du cours d'eau (à l'aval de Villeneuve-Minervois).

FIG. 1.4 – Bassin versant et profil en long de la Clamoux à l'amont du pont de Malves

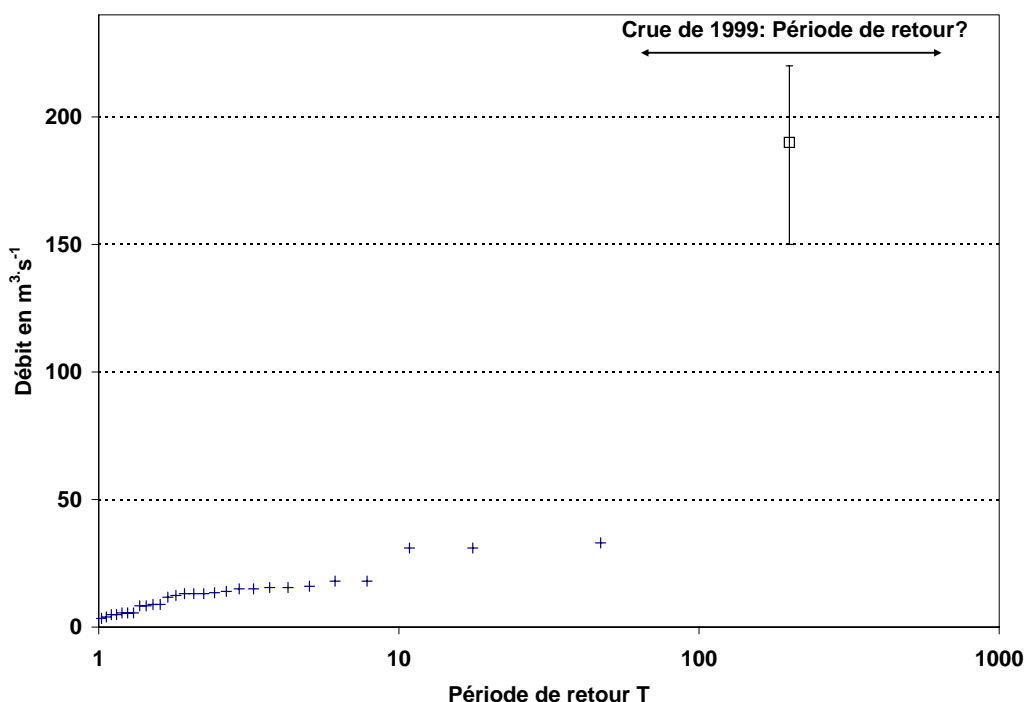


FIG. 1.5 – Périodes de retour empiriques des crues enregistrées par la station limnimétrique de Villeneuve Minervois sur la Clamoux, et de la crue de 1999, dont la période de retour a été arbitrairement fixée à 200 ans

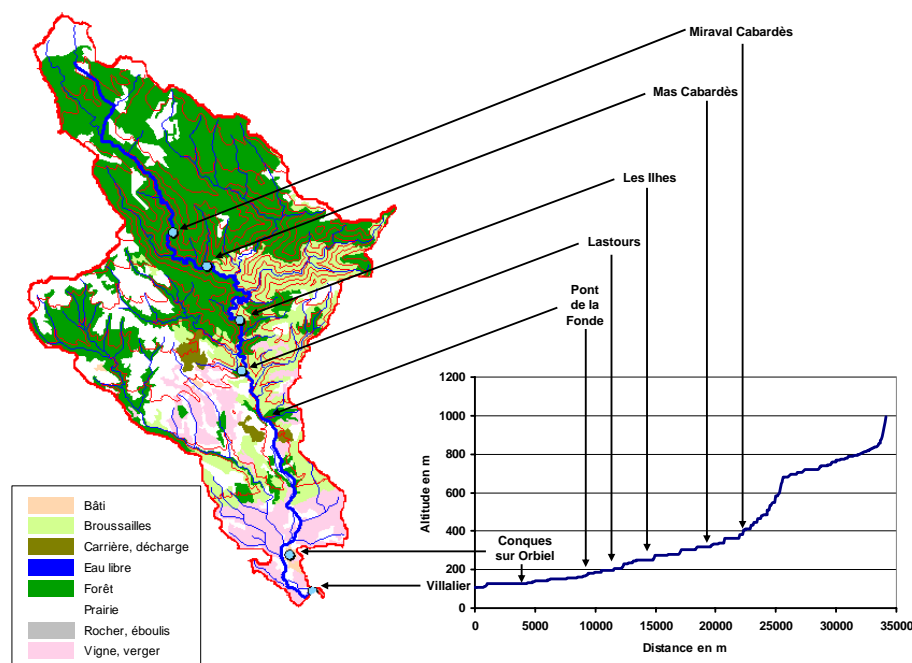
la figure 1.5. Sur cette figure la période de retour de l'événement de 1999 a été arbitrairement choisie égale à 200 ans. Mais sur la base des seuls enregistrements récents, sa période de retour pourrait tout aussi bien être estimée à plus de 100000 ans...

Les crues de 1930, 1940 et 1962, si elles pouvaient être placées sur le graphe de la figure 1.5, pourraient probablement en faciliter l'analyse. Toutefois pour cela il est nécessaire de connaître leur débit de pointe, et de pouvoir établir une hiérarchie claire entre ces crues. C'est là tout l'intérêt de la recherche historique que nous allons mener.

### 1.2.2 Le bassin versant de l'Orbiel

Les caractéristiques du bassin versant de l'Orbiel sont présentées en commentaire de la figure 1.6, page 26. A l'amont du pont de Villalier, soit trois kilomètres avant la confluence avec la Clamoux, la surface drainée est de 150 km². Comme le montre la figure 1.6, le cours de l'Orbiel s'écoule selon une orientation générale nord-ouest - sud-est.

Pour ce cours d'eau la crue la plus forte connue est sans aucun doute celle de 1930. Depuis l'installation d'une station de mesure en 1968, l'Orbiel n'a connu aucun événement marquant, pas même en 1999 où la hauteur d'eau enregistrée reste somme toute assez limitée. La crue de



Au niveau du pont de Villalier le lit de l'Orbiel se situe à une altitude de 108 m NGF. Dans sa partie aval, le cours d'eau présente un lit majeur très large (dépassant fréquemment les 100 m), et dont la pente avoisine les 1%. Les versants, pour la plupart cultivés (avec une forte proportion de vignes), présentent de faibles pentes et prennent donc peu d'altitude. A l'amont de Conques, l'Orbiel reçoit en rive droite un de ses affluents importants, le Ru Sec, qui draine une surface de  $33 \text{ km}^2$ .

Plus à l'amont, à partir du pont de la Fonde, le cours d'eau s'enfonce dans des gorges très encaissées. Dans ces gorges, dont le cours se poursuit jusqu'aux plateaux situés à l'extrême amont du bassin, les versants présentent des pentes très importantes, et culminent à des altitudes élevées, voisines de 300 m au niveau du pont de la Fonde, 500 m au dessus de Lastours, et 600 m au dessus de Mas Cabardès. La roche affleure en tous points, permettant uniquement à une végétation basse et peu dense de se développer. Plus à l'amont, à l'approche des plateaux, la végétation devient beaucoup plus dense, constituée pour l'essentiel de forêts de résineux et de châtaigniers. Dans le secteur des gorges, la pente du cours d'eau augmente sensiblement : elle est de l'ordre de 2% dans un premier temps, depuis le pont de la Fonde jusqu'à Miraval-Cabardès ; au delà, elle augmente encore, permettant ainsi à l'Orbiel de rejoindre les hauts plateaux dont les crêtes se situent à une altitude voisine de 1000 m. A Lastours, l'Orbiel reçoit un affluent en rive droite, le ruisseau du Grésillou, qui draine une surface de  $12 \text{ km}^2$ . Plus à l'amont, entre

Mas Cabardès et les Ilhes, il reçoit, en rive gauche cette fois, deux affluents importants, que sont le ruisseau de la Grave ( $10 \text{ km}^2$ ) et le ruisseau de Roquefère ( $23 \text{ km}^2$ ).

Comme pour la Clamoux, la géologie de l'Orbiel est assez hétérogène : les hauts plateaux à l'amont sont constitués de grès et de schistes, et la partie aval est pour sa part constituée de calcaires dans un premier temps, puis de molasses à l'approche de la plaine de l'Aude. La transition grès/calcaires s'effectue dans le secteur des gorges, qui est fortement karstique. Une étude hydro-géologique, réalisée en 1972, a montré que des circulations souterraines rejoignent l'Orbiel depuis les bassins de la Clamoux et de l'Argent-Double.

Quelques ouvrages et aménagements, présents le long du cours d'eau, méritent d'être signalés. Nous avons déjà évoqué les ponts de Villalier et de la Fonde, mais on peut également citer le pont de Montplaisir (situé à l'amont direct de Conques), la station limnimétrique installée en 1968 dans la traversée de Lastours (qui est toujours en fonction et est gérée par la DDE), le pont de Lastours, le pont des Ilhes, ainsi que plusieurs autres ponts situés à l'amont du bassin, au niveau des villages de Mas Cabardès et Miraval Cabardès. De plus, de très nombreux barrages ont été installés aux  $XIX^{eme}$  et début du  $XX^{eme}$  siècles sur ce cours d'eau, très utilisé pour des activités industrielles et agricoles. Les restes de certains d'entre eux sont encore présents. Du fait de leur nombre important, nous ne pouvons citer en totalité ces aménagements.

FIG. 1.6 – Bassin versant et profil en long de l'Orbiel à l'amont du pont de Villalier

1930 en revanche avait emporté la quasi-totalité des ponts présents sur le cours d'eau, et causé d'énormes dégâts dans les différents villages. Nous ignorons le débit de pointe de cette crue, qui ne peut donc être mise en relation avec les données enregistrées par la station de mesure.

Les autres crues historiques connues sur l'Orbiel sont celles de 1940 et 1962 notamment. D'après les repères de crue présents, ces deux crues ont atteint des niveaux beaucoup plus faibles qu'en 1930.

### 1.2.3 Le bassin versant du Lauquet

Le Lauquet est le plus vaste des bassins étudiés. Au pont routier de Leuc, soit 3 km avant la confluence avec l'Aude, sa surface est de  $188 \text{ km}^2$ . Ce bassin versant est présenté plus en détails en commentaire de la figure 1.7, page 28.

Sur ce cours d'eau des repères de crue indiquent que de très fortes inondations ont eu lieu en 1891 et 1940. D'autres repères concernent également les crues de 1959, 1962 et 1963, mais ces crues semblent toutefois nettement plus faibles. Deux crues très intenses ont par ailleurs eu lieu au cours de la période de fonctionnement de la station limnimétrique, en 1970 et 1999.

Les débits des crues de 1970, 1940 et 1999 sont estimés par la DDE de l'Aude à  $1100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  en 1970,  $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  en 1940, et  $950 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  en 1999. Ces débits sont très élevés, mais le fait de les avoir observés à trois reprises en 60 ans, permet de supposer que le débit centennal<sup>9</sup> se situe encore au delà. Toutefois, nous ne disposons pas d'informations concernant d'éventuelles crues supérieures à celle de 1940. Le débit de la crue de 1891 n'est pas connu, même si les repères sont souvent situés plus haut que ceux de 1940.

La figure 1.8 présente les périodes de retour empiriques pouvant être associées aux crues enregistrées entre 1968 et 2003 par la station limnimétrique. Sur cette figure, la probabilité empirique de la crue la plus forte connue, celle de 1970, est évaluée à environ 60 ans, d'après la formule de calcul proposée par Cunnane [1978] (avec  $\alpha = 0.4$ , cf. eq. (4.4) au chapitre 4). Cette période de retour est cohérente avec les observations, puisque la crue de 1970 est manifestement la plus forte observée entre 1940 et 2003.

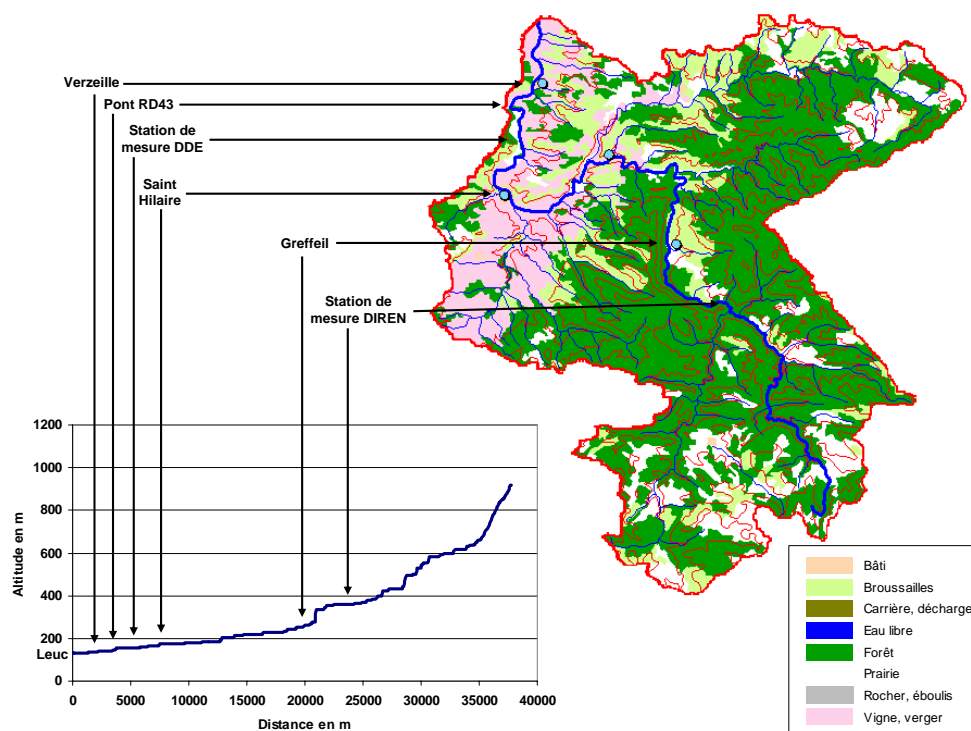
A défaut d'observations supplémentaires, il est en revanche difficile, à partir de ce graphe, de détecter une tendance d'évolution nette entre période de retour et débit de pointe, qui permettrait d'estimer le niveau de la crue centennale du Lauquet. En effet, le débit des crues de 1970 et 1999 est sans aucun rapport avec celui des autres crues observées.

---

<sup>9</sup>débit de période de retour 100 ans, ou dont la probabilité annuelle de dépassement est égale à  $1/100$



## 1.2 Le terrain d'étude retenu dans l'Aude : caractéristiques des bassins, et connaissance initiale limitée des crues de ces bassins



Au niveau du pont routier de Leuc, l'altitude du lit du Lauquet est de 130 m NGF. Dans ce secteur aval, entre Leuc et Saint-Hilaire, le cours d'eau s'écoule dans un lit de faible pente (de l'ordre de 0.5% en moyenne), qui suit une orientation sud - nord. Le lit majeur s'étend de façon importante, dépassant largement les 100 mètres. Il est souvent planté de vignes. Au delà du lit majeur, les versants, de pente moyenne, sont occupés par une végétation basse et culminent à des altitudes de 200 à 300 m NGF. A l'amont de Saint Hilaire, l'écoulement s'oriente dans une direction est-ouest. Les versants ne changent pas d'aspect mais le lit mineur est plus encaissé, et les débordements dans les vignes en lit majeur sont probablement beaucoup moins fréquents. La pente du lit reste faible, de l'ordre de 0.5%.

Au niveau de Ladern, le Lauquet reçoit un affluent important en rive droite, La Lauquette, qui draine une surface de 32 km<sup>2</sup>. A l'amont de cette confluence le lit mineur du cours d'eau devient de plus en plus encaissé. L'écoulement reprend son orientation sud - nord, jusqu'à Greffeil situé quelques kilomètres à l'amont. Les versants adoptent une pente plus forte et prennent rapidement de l'altitude, culminant à plus de 500 m. Au delà de Greffeil, le lit du Lauquet devient très encaissé et le lit majeur inexistant. Les versants présentent une pente forte et la forêt est omniprésente. La pente du lit augmente nettement pour atteindre des valeurs de

l'ordre de 3%. Une station limnimétrique, gérée par la DIREN, est présente dans ce secteur (3 km à l'amont de Greffeil). A l'extrême amont du bassin versant, les crêtes culminent à plus de 900 m d'altitude.

La géologie du Lauquet est moins tourmentée que celle de l'Orbiel et de la Clamoux : une grande majorité du bassin est formée de conglomérats, formation intermédiaire entre les molasses de la plaine de l'Aude, et les grès et calcaires, qui ne sont rencontrés que sur les crêtes à l'extrême amont du bassin versant.

Les principaux ouvrages présents sont situés dans le secteur aval du bassin versant (à l'aval de Saint Hilaire). En remontant le cours d'eau depuis le pont routier de Leuc, on rencontre successivement : le pont d'accès à la gare de chemin de fer de Verzeille, un barrage (très ancien) dans la traversée de Verzeille, le pont du domaine du Pech (sur lequel a été installée la station limnigraphique de la DDE en 1968), le pont de la RD43, le pont de Saint Hilaire sur la RD104. Un pont très ancien franchit également le Lauquet beaucoup plus à l'amont, dans la traversée de Greffeil. Par ailleurs on peut remarquer que les barrages et moulins étaient très peu nombreux sur ce cours d'eau. Outre le barrage de Verzeille, on peut tout de même retenir la présence d'un ancien moulin à l'amont direct de Greffeil, au niveau duquel quelques repères de crue sont présents.

FIG. 1.7 – Bassin versant et profil en long du Lauquet à l'amont du pont routier de Leuc

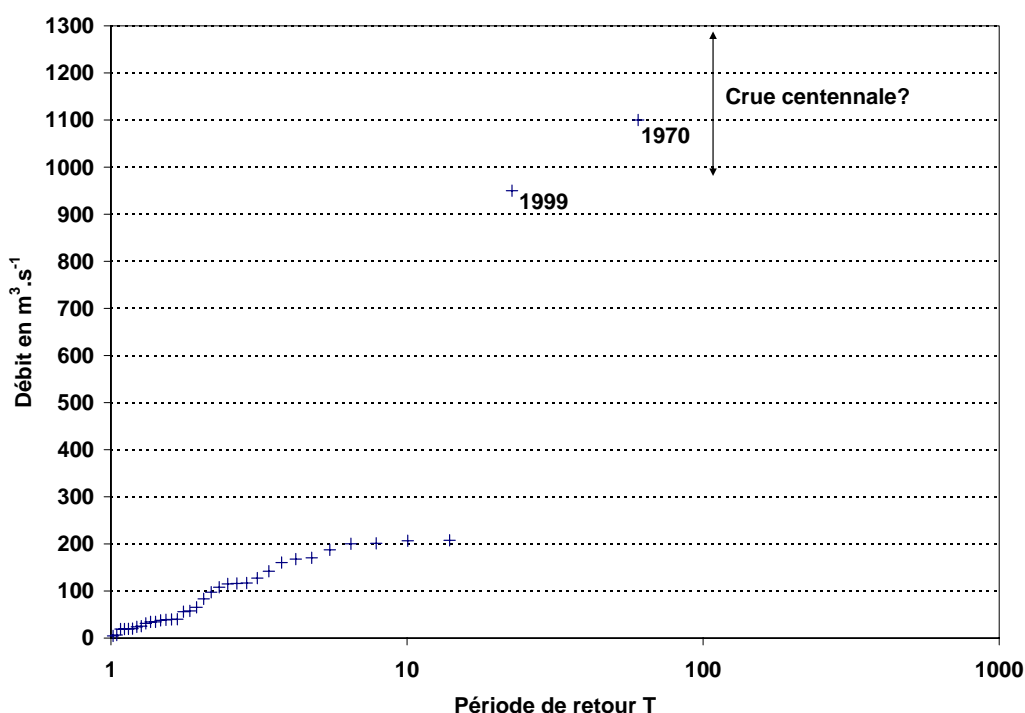


FIG. 1.8 – Graphe des périodes de retour empiriques associées aux crues enregistrées par la station limnimétrique du Lauquet

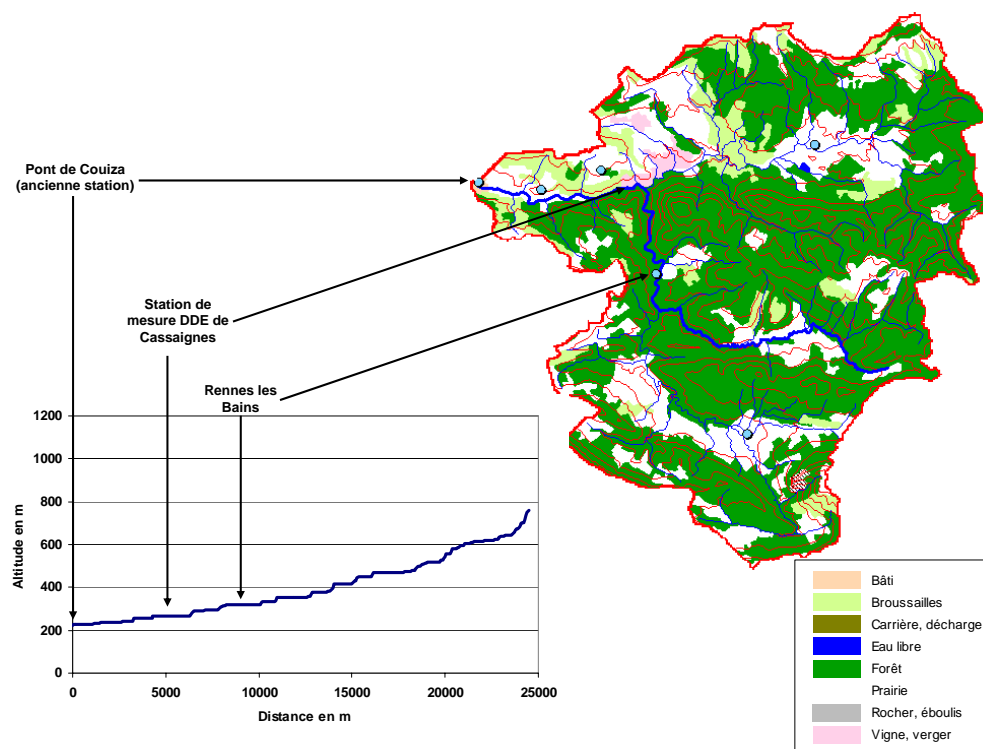
#### 1.2.4 Le bassin versant de la Salz

Comme le Lauquet, la Salz est un important affluent rive droite de l'Aude, qui descend du versant ouest des Corbières. Trois cent mètres à l'amont de la confluence avec l'Aude, sur la commune de Couiza, la Salz est franchie par le pont de la RD118. En ce point la surface drainée s'élève à  $142 \text{ km}^2$ . Le bassin versant du cours d'eau est présenté de façon plus détaillée en commentaire de la figure 1.9, page 30.

La Salz a connu une crue éclair d'une extrême intensité le 26 septembre 1992. Cette crue est la plus forte connue. Elle a entièrement inondé les villages de Rennes les Bains et de Couiza, causant des dégâts considérables. Son débit est évalué par la DDE à environ  $1000 \text{ m}^3.s^{-1}$ , d'après les enregistrements de la station limnimétrique, pour une surface drainée de  $131 \text{ km}^2$ .

Par ailleurs, plusieurs repères de crue indiquent que des crues d'intensité probablement voisine à celle de 1992, se sont produites en 1940 et 1891 (hauteurs de l'ordre de 6 m à l'échelle du pont de Couiza). Toutefois le débit exact de ces crues n'est pas évalué. D'autre part, les enregistrements effectués par la station limnimétrique, ainsi que les lectures de hauteur effectuées à partir de 1932 à l'échelle du pont de Couiza, montrent que des crues de hauteur très significative (2 à 3 mètres) se produisent régulièrement.

## 1.2 Le terrain d'étude retenu dans l'Aude : caractéristiques des bassins, et connaissance initiale limitée des crues de ces bassins



Au niveau du pont de Couiza, le lit de la Salz se situe à une altitude de 228 m NGF. A l'amont de ce point le cours d'eau s'écoule suivant une orientation est - ouest, jusqu'à la confluence avec le ruisseau du Réalses. Dans ce secteur, le lit majeur, très large au niveau de Couiza, se resserre rapidement. Il est constitué de prairies la plupart du temps, et devient vite inexistant avec l'enfoncement progressif du lit entre deux versants de forte pente. Ces versants sont occupés par de la forêt, et sont dominés par de hauts plateaux gréseux, situés à une altitude de l'ordre de 500 m. La station limnimétrique de la DDE a été placée dans cette zone, où la section du lit est resserrée et de forme simple, juste à l'aval de la confluence avec le Réalses (sur la commune de Cassaignes). Dans tout ce secteur aval la pente moyenne du lit avoisine les 1%.

Le Réalses est un affluent très important, qui draine une surface de  $69 \text{ km}^2$ , soit presque la moitié de la surface totale du bassin de la Salz. Le bassin versant de cet affluent se présente sous forme d'un cirque, dont les crêtes culminent parfois à plus de 800 mètres d'altitude. Malgré d'importantes campagnes de reboisement, beaucoup de versants y restent très dénudés, laissant apparaître une roche gréseuse, d'apparence très friable.

A l'amont de la confluence avec le Réalses, la Salz prend une orientation sud - nord. En remontant le cours d'eau, on atteint rapidement le village de Rennes les Bains. Dans ce secteur le lit mineur est extrêmement encaissé et étroit, le lit majeur inexistant. Les versants

sont toujours occupés par de la forêt. Un autre affluent important, La Blanque ( $39 \text{ km}^2$ ), rejoint la Salz en rive gauche à l'amont de Rennes les Bains. Son bassin est constitué pour l'essentiel d'un haut plateau marno-calcaire (secteur de Bugarach), encore très cultivé, et dominé par des crêtes rocheuses calcaires culminant à plus de 1000 m. Les versants entourant ce plateau sont plantés de forêts.

A l'amont de la confluence avec la Blanque, le lit de la Salz reprend son orientation est-ouest, et sa pente augmente très sensiblement, pour atteindre environ 2%. Les versants, toujours en pente forte, sont majoritairement occupés par de la forêt, et les crêtes, constituées de grès, culminent à des altitudes dépassant les 800 m.

Le cours de la Salz présente assez peu d'aménagements. Les ouvrages de franchissement notamment y sont très peu nombreux. Outre le pont de la RD118, on peut tout d'abord retenir, en remontant le cours d'eau, la présence de deux anciens moulins, à l'amont direct de Couiza, au niveau desquels des repères de crue sont présents. Viennent ensuite : la station de mesure de la DDE (sur la commune de Cassaignes), le pont de la D14 (ce pont est situé sur le Réalses, affluent de la Salz), et deux ponts présents dans la traversée de Rennes les Bains. Un ancien moulin, qui comporte des repères de crue, est également présent à l'amont direct de Rennes les Bains. Enfin, un dernier pont traverse la Salz 1 kilomètre à l'amont de Rennes les Bains, juste à l'aval de la confluence avec la Blanque.

FIG. 1.9 – Bassin versant et profil en long de la Salz à l'amont du pont de Couiza

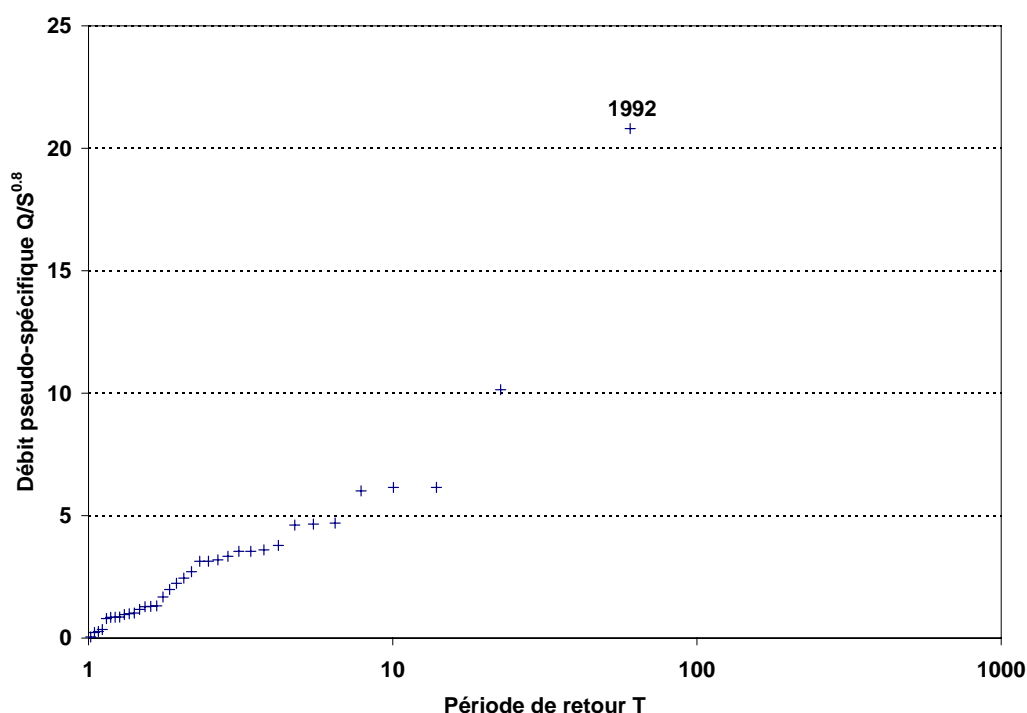


FIG. 1.10 – Graphe des périodes de retour empiriques associées aux crues enregistrées par la station limnimétrique de la Salz

La figure 1.10 présente la série de crues enregistrée par la station de mesure de la DDE entre 1968 et 2003, ainsi que les périodes de retour empiriques associées à ces crues. La crue de 1992 se démarque très nettement des autres, à tel point que l'on peut douter de l'exactitude de sa période de retour empirique, évaluée à environ 60 ans (toujours d'après la formule proposée par Cunnane [1978]), valeur qui peut paraître faible. Toutefois, deux autres crues particulièrement intenses ont été observées en un peu plus de 100 ans. Mais là encore, sans connaître le débit exact de ces crues, il est difficile de définir plus précisément la période de retour possible de la crue de 1992...

### 1.3 Conclusion, et présentation du contenu du mémoire

La présentation des données recueillies suite à la crue de 2002 dans le Gard, tout comme les quelques informations concernant les crues des quatre bassins Audois que nous avons choisis d'étudier, permettent de comprendre le problème posé par le manque de données concernant les crues éclair. Les quelques événements récents, même lorsqu'ils ont fait l'objet de mesures permettant d'évaluer leur débit, n'ont souvent aucun rapport avec les événements connus par ailleurs. Et lorsque, par chance, d'autres événements d'intensité similaire sont connus, la proximité dans le temps de ces crues amène à douter de leur rareté.

Dans tous les cas, le seul moyen de préciser notre connaissance sur l'occurrence des crues éclair est d'augmenter la période d'observation, et d'estimer, sur cette période assez longue, les débits des principales crues qui se sont produites. On ne peut guère espérer déterminer la crue centennale avec précision, sans disposer au minimum de deux siècles d'observations. . .

Par la suite nous allons donc tenter de reconstituer l'information nécessaire à une meilleure compréhension de l'occurrence des crues, sur les bassins auxquels nous nous intéressons. La méthodologie utilisée pour la recherche d'informations historiques, qui s'est inspirée des précédents travaux menés en France, va être décrite dans un premier temps, puis les résultats de la collecte d'informations seront présentés, ainsi que les enseignements qui peuvent en être tirés.

Nous avons vu qu'une condition importante pour la valorisation des données historiques est de disposer d'informations quantifiées (estimations des débits). Un chapitre sera par conséquent consacré à la manière dont les informations historiques collectées, à dominante qualitative, ont été traitées de façon à reconstituer les débits de pointe des différentes crues historiques. Nous verrons également comment l'incertitude associée à ces estimations de débits a pu être évaluée.

Enfin, une fois reconstituées, ces informations seront valorisées au travers de statistiques concernant l'occurrence des crues. Ce point sera traité dans le dernier chapitre de ce mémoire. Deux questions essentielles y sont abordées : tout d'abord, les données historiques reconstituées peuvent-elles améliorer notre perception de l'occurrence statistique des crues éclair ? D'autre part, dans quelle mesure l'imprécision de ces données historique limite-t-elle leur apport ?

## Chapitre 2

# La collecte de l'information historique concernant les crues : éléments méthodologiques, et sources documentaires utilisées pour l'étude des petits cours d'eau Audois

### 2.1 Introduction

A l'inverse des grands fleuves pour lesquels de longues chroniques de crues historiques existent souvent, nous avons pu voir au chapitre précédent à quel point la mémoire collective s'avère limitée en ce qui concerne les crues des petits cours d'eau. Seules quelques crues historiques sont généralement connues, grâce à la présence de repères de crues ou aux témoignages des riverains, et cette mémoire ne remonte que très rarement plus d'un siècle en arrière. De plus, elle est rarement exploitée dans les études statistiques. La connaissance de l'aléa lié aux crues éclair est, de ce fait, très limitée, et cette méconnaissance de l'aléa constitue un frein sérieux à la mise en place des politiques de prévention.

Il est pourtant possible, par des recherches en archives, d'essayer de “compléter” notre connaissance de l'histoire des crues, et de l'aléa associé. En effet, si la mémoire collective et immédiate des événements a été perdue, différents fonds d'archives renferment toujours les observations, relevés, études, dossiers d'indemnisations et de réparations de dégâts éventuellement établis après chaque crue. Il est donc envisageable de retrouver ces documents, puis de les exploiter et les critiquer de façon à disposer d'un recensement aussi exhaustif que possible des crues historiques, et de leur débit de pointe. Dans ce travail, une difficulté vient très souvent de la multiplicité et du volume des fonds d'archives à exploiter. En effet, les cadres de classement existant ne permettent pas de guider directement la recherche vers les fonds qui concentrent l'information sur les crues.

Il est donc nécessaire d'identifier ces sources d'information, en réalisant un large balayage des fonds susceptibles de les contenir. Il s'agit là d'une véritable recherche d'historien.

Des expériences de ce type ont déjà été menées en France dans le passé. Elles ont souvent été réalisées avec le concours d'un historien, et ont permis de fixer un cadre méthodologique précis, permettant notamment de connaître les fonds d'archives dignes d'intérêt et de guider l'exploitation de ces fonds. Des expériences existent également à l'étranger mais sont moins valorisables dans le cas de l'étude des cours d'eau français, du fait de la spécificité des fonds d'archives de chaque pays. Ces expériences étrangères apportent toutefois quelques enseignements méthodologiques utiles.

Très peu d'expériences existent toutefois en ce qui concerne les cours d'eau de petite taille. Les quatre cours d'eau affluents de l'Aude, que nous avons décidé d'étudier, correspondent justement à ce cas précis : tous ont une surface de moins de  $200 \text{ km}^2$ . Pour ces cours d'eau, même si la connaissance de l'aléa ne semble pouvoir être précisée que par le recours aux archives, il n'est pas possible, a priori, de dire quelle quantité d'information les archives sont susceptibles de fournir. La recherche que nous avons menée, et qui est présentée dans ce chapitre, constitue donc un essai prospectif permettant d'évaluer l'intérêt d'une recherche historique, dans le cas de petits cours d'eau.

Après une synthèse bibliographique des travaux antérieurs et de leurs apports, la méthodologie de recherche que nous avons retenue va être exposée. Les fonds d'archives mis à profit seront ensuite présentés de façon détaillée et critique, en mettant l'accent sur les informations qu'ils ont apportées, ainsi que les services qui les ont produites. Enfin, une analyse de l'origine des documents finalement retenus et exploités pour la reconstitution des historiques de crues, permettra d'identifier les fonds d'archives contenant l'essentiel de l'information historique, dans le cas des petits cours d'eau.

## 2.2 Travaux antérieurs de reconstitution d'historiques de crues

### 2.2.1 Travaux menés en France

Des travaux de recherches historiques concernant les crues des cours d'eau se sont développés en France dès le début des années 1990. On peut par exemple citer plusieurs études concernant les crues dans le Roussillon (et en particulier l'Aiguat de 1940), menés à l'université Paris X sous la direction du Professeur G. Soutadé [Charretier, Tarcy, 1987], et notamment les thèses de Desailly [1990] et Meschinet de Richemond [1997]. Des travaux concernant les cours d'eau Pyrénéens ont débuté à la même période à l'Université de Toulouse - Le Mirail [Antoine, 1992, Antoine et al., 1993]. Les travaux dirigés par M. Livet, au LRPC<sup>1</sup> de Clermont-Ferrand, concernant les crues historiques de petits cours d'eau dans le Puy de Dôme, méritent également d'être cités [Valleix,

---

<sup>1</sup>Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées

1994, Hallegouet, 1995, Livet, 1994, 1997]. Enfin, par la suite, plusieurs études ont été menées sous la direction de M. Lang, au CEMAGREF de Lyon, conjointement avec l'historien D. Coeur, dans le cadre du programme français Historique, puis du projet européen SPHERE : ces études ont porté successivement sur l'Isère, Le Guiers, et l'Ardèche [Coeur et al., 1998, Coeur and Lang, 2000, 2002, Coeur et al., 2002, Lang et al., 1998, 2002, Naulet et al., 2001, Naulet, 2002].

### 2.2.1.1 Les travaux menés dans les Pyrénées Orientales et le Puy de Dôme

Ces premiers travaux se limitent d'une façon générale au recensement et à la description qualitative des crues. Ils contiennent toutefois des éléments de comparaison permettant de classer les crues en fonction de leur intensité. Charreteur utilise par exemple la place réservée aux différents événements dans la presse de façon à en tirer une hiérarchie. Livet [1994, 1997] pour sa part retrouve, aux archives départementales, des descriptions de crues indiquant les niveaux atteints.

Ces travaux donnent une première idée des fonds documentaires présentant un intérêt pour la reconstitution historique des crues de petits cours d'eau. Livet [1997] se base pour l'essentiel sur les archives départementales, mais il insiste également sur l'utilité possible des archives communales, diocésaines et privées. Les séries exploitées aux archives départementales dans le cas de l'étude des cours d'eau du Puy de Dôme sont les séries C (Ancien Régime), L (période révolutionnaire), M (administration générale et économie), S (Travaux Publics et Transports), P (Finances de l'Etat), Fi (plans et cartes). Livet remarque la nette amélioration du volume et de la qualité des documents disponibles à partir du début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle. Alors que les fonds de l'ancien régime se bornent le plus souvent à des descriptions qualitatives des événements et des dégâts occasionnés (pour l'obtention d'indemnisations), dès la première moitié du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, avec le développement progressif des administrations départementales des Ponts et Chaussées et des Eaux et Forêts, l'information disponible devient de plus en plus technique et détaillée, avec notamment des plans de plus en plus nombreux. Livet remarque également que la présence d'informations en archives est très liée à l'occupation de l'espace proche du cours d'eau, ou autrement dit à la vulnérabilité de cet espace aux inondations : l'information est plus fournie lorsque la crue a touché un ouvrage d'art, un village, ou, plus couramment, une activité industrielle tirant son énergie d'un moulin. Une crue ayant simplement touché un petit bassin agricole semble avoir beaucoup moins de chances d'être enregistrée.

Le travaux successifs menés dans les Pyrénées Orientales, pour leur part, exploitent un cadre documentaire sensiblement plus large. Les sources exploitées sont la presse, les archives des services déconcentrés de l'Etat (DDE, DDAF<sup>2</sup>), les bibliothèques municipales et Nationale [Tarcy, 1987]. L'apport de chacun des fonds pour le recensement des crues est évalué, mais les cours d'eau concernés sont déjà de taille sensiblement plus importante que ceux que nous avons décidé d'étudier ici.

---

<sup>2</sup>Direction Départementale de l'Agriculture, et des Eaux et Forêts



### 2.2.1.2 Les travaux menés sur l'Isère, le Guiers et l'Ardèche

Ces travaux, plus récents, ont notamment permis de définir un cadre méthodologique très utile, aidant à garantir la qualité de la recherche en archives. Ces travaux ont été menés conjointement par M. Lang (Cemagref de Lyon) et l'historien D. Coeur. Ils ont porté successivement sur l'Isère, puis le Guiers et enfin l'Ardèche, la précision des reconstitutions effectuées semblant progresser à chacune de ces expériences : d'une hiérarchisation qualitative des crues dans le cas de l'Isère, jusqu'à une estimation systématique du débit des crues historiques dans le cas de l'Ardèche.

La méthodologie de recherche en archives développée lors de ces travaux, vise à la fois à garantir l'exhaustivité de la recherche et à rendre l'information collectée exploitable par les hydrologues. Cette méthodologie débute par un inventaire complet des sources d'archives potentiellement intéressantes, ou État Général des Sources (E.G.S.), réalisé par un historien. Cet E.G.S. est réalisé en exploitant en parallèle l'ensemble des fonds d'archives pouvant présenter un intérêt : archives départementales, archives nationales, archives des services déconcentrés de l'Etat (DDE, DIREN), bibliothèques (Bibliothèque de la Société Hydrotechnique de France, Bibliothèque Nationale), fonds spécifiques (fonds Pardé, fonds historique de l'ENPC<sup>3</sup>). Seules les archives de presse ne sont pas exploitées. L'établissement de l'E.G.S. est réalisé à partir d'une liste d'informations recherchées par les hydrologues, et utiles notamment pour la reconstitution ultérieure des débits de pointe des crues, cette liste permettant de guider l'historien dans sa recherche. Un exemple de liste est présenté sur la figure 2.1. Les cotes documentaires référencées dans l'E.G.S. sont par la suite consultées par les hydrologues de façon à en évaluer l'intérêt réel, et à en extraire les documents utiles. Une difficulté vient alors de l'important volume de documents disponibles, dont il est difficile, pour l'hydrologue menant la recherche, de conserver une vision d'ensemble. Pour faire face à cette difficulté, les documents extraits de l'E.G.S. sont décrits dans une base de données, avec un référencement par mots clés qui facilite leur utilisation ultérieure [Naulet, 2002, Naulet et al., 2001]. Enfin, les documents collectés peuvent être comparés et critiqués pour une même crue, éventuellement complétés par une autre recherche, et sont finalement utilisés pour réaliser l'inventaire des crues historiques du cours d'eau et pour estimer leur débit de pointe.

Cette méthodologie présente finalement quatre phases principales [Coeur and Lang, 2002] : Inventaire, Collecte, Analyse, Traitement. Dans la pratique ces quatre phases ne sont pas successives car la recherche s'avère itérative : l'E.G.S. initial peut nécessiter des compléments dont l'utilité n'apparaît qu'après la consultation de certains documents, qui orientent la recherche dans de nouvelles voies. L'enquête nécessite donc un certain nombre d'aller-retours entre les différentes étapes. La figure 2.2 présente une illustration de ces quatre phases de travail et des allers-retours nécessaires lors de la recherche.

Parmi les fonds qui se sont avérés particulièrement utiles lors de ces travaux [Lang et al., 2002, Naulet, 2002], on trouve à nouveau les fonds des archives départementales, notamment ceux rela-

---

<sup>3</sup>Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Eléments recherchés	Objectif
<b>1.- Historique des services en charge de</b> la topographie l'hydrométrie et l'annonce des crues la météorologie la gestion de l'aménagement du territoire (forêt, travaux publics, énergie hydroélectrique)	Cibler les sources éventuelles d'informations
<b>2.- Historique des méthodes et matériels de mesure</b> Topographie Hydrométrie Enregistrement des hauteurs d'eau Estimation des débits (jaugeages) Conversion hauteur-débit (courbe de tarage) Pluviométrie Enregistrement des hauteurs d'eau	Situer spatialement les données historiques Estimer les incertitudes liées aux pratiques de l'époque
<b>3.- Historique des événements du bassin</b> Les aménagements (construction, destruction) Barrages, ponts, digues Forêts, urbanisation Les opérations de topographie L'hydrométrie Dossier des stations hydrométriques et limnigraphes Jaugeages, barème des débits, courbes de tarage Crues Relevés de cotes et de débits (hauteur maximale, hauteur journalière, débits maxima, débits journaliers) Limites de champ d'inondation Etiages Relevés de cotes et de débits Levés de la ligne d'eau Réglementation La pluviométrie Dossiers des stations pluviométriques Relevés de précipitations (pluies mensuelles, pluies journalières) Climatologie (sécheresse ; périodes froides)	Modélisation hydraulique des crues Modifications hydrologiques Evolution morphologique du lit Référencage altimétrique des hauteurs de crue Modélisation hydraulique Evolution morphologique du lit Evolution de la prise en compte du risque d'inondation Méthodes d'extrapolation des distribution de crue (Gradex, Agregee) Stationnarité

FIG. 2.1 – Grille d'enquête permettant de guider l'établissement de l'EGS [Coeur and Lang, 2002].

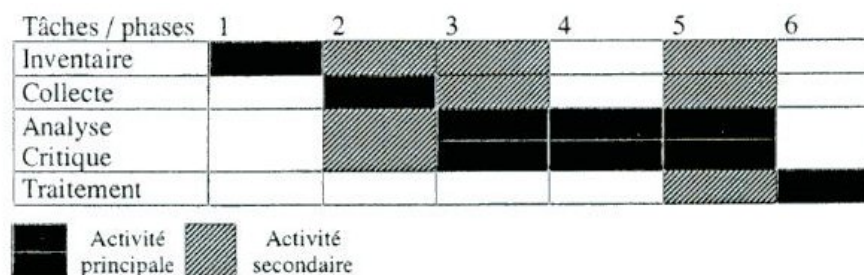


FIG. 2.2 – Répartition des tâches entre les quatre phases Inventaire Collecte Analyse Traitement au cours de l'enquête historique [Coeur and Lang, 2002].

tifs aux administrations de l'Etat (tout particulièrement les fonds des Ponts et Chaussées, séries S et W). Toutefois ici l'enquête a été réalisée dans un cadre plus large, et a permis d'identifier d'autres fonds d'archives dignes d'intérêt : on peut par exemple citer le Fonds Maurice Pardé (Institut de Géographie Alpine, Grenoble), le fonds historique de l'ENPC où des plans précieux ont été retrouvés, et dans une moindre mesure les Archives Nationales.

Outre la méthodologie de collecte de l'information, ces recherches présentent l'intérêt d'avoir poursuivi le travail de reconstitution jusqu'à l'estimation des débits des crues historiques. Dans le cas du Guiers, Lang et al. [1998] présente un premier essai d'estimation, réalisé à partir d'un dossier de police de l'eau, établi en octobre 1875 pour autoriser l'établissement d'un barrage. Ce dossier comporte un profil en long et six sections donnant la cote de la crue de 1875. Ces plans, comparés à la topographie actuelle du cours d'eau, permettent de conclure à un abaissement du lit d'environ 40 centimètres depuis 1875. Les cotes de la crue de 1875, revues en conséquence (abaissées de 40 cm), sont comparées aux lignes d'eau issues d'un modèle hydraulique (calé pour la topographie actuelle du cours d'eau) de façon à réaliser l'estimation du débit. La fourchette de débit obtenue n'est pas très large (de 251 à 285  $m^3.s^{-1}$ ), mais n'est pas du tout cohérente avec l'estimation réalisée à l'époque de la crue (400  $m^3.s^{-1}$ ). Cette différence est due à des valeurs différentes du coefficient de Strickler choisi ( $K=25$  pour le modèle actuel,  $K=35$  pour l'estimation réalisée à l'époque). Cette première expérience met donc en évidence l'incertitude liée à l'évaluation du coefficient  $K$ , coefficient qui ne peut pas être calé pour la période ancienne faute de données suffisantes. Dans le cas de l'Ardèche [Lang et al., 2002, Naulet, 2002], le contexte rencontré est beaucoup plus favorable, avec la présence de deux tronçons de plusieurs kilomètres chacun, situés respectivement à l'entrée (Vallon Pont d'Arc) et à la sortie des gorges (Pont Saint Martin), dans lesquels la topographie du cours d'eau évolue relativement peu dans le temps (affleurement de la roche mère en fond du lit), et qui sont équipés de plusieurs stations hydrométriques, auxquelles plusieurs crues ont été jaugées. Dans ces conditions le coefficient de Strickler  $K$  a pu être calé par modélisation hydraulique de la ligne d'eau de façon à reconstituer les courbes de tarage dans la période récente. Ces courbes ont été étendues à la période ancienne en exploitant les informations sur les modifications de la topographie, ainsi que les jaugeages anciens et/ou cotes de crues historiques. Malgré ces conditions très favorables, une analyse de sensibilité

des courbes de tarage obtenues, tenant compte à la fois de l'incertitude sur les débits jaugés, des évolutions de la topographie, de l'incertitude sur les coefficients  $K$  calés (coefficients variables en fonction du débit), montre que l'incertitude sur les débits reconstitués reste relativement importante [Naulet, 2002]. Cette incertitude a été estimée à environ  $\pm 25$  à  $50\%$  dans le secteur de Vallon (suivant la période considérée et le niveau de débit) et à  $\pm 25$  à  $40\%$  dans le secteur de Saint Martin. Elle provient là encore pour l'essentiel de l'incertitude sur l'estimation des coefficients de rugosité  $K$ .

Ces travaux montrent toutefois qu'il est envisageable d'effectuer une estimation des débits de pointe des crues historiques, en se basant sur des documents d'archives, et d'y associer une incertitude compte-tenu des facteurs d'imprécision rencontrés. Ces estimations peuvent être réalisées y compris à partir d'informations très locales comme dans le cas du Guiers, ou en recoupant les cotes observées en plusieurs sections, par modélisation hydraulique.

## 2.2.2 Travaux menés à l'étranger

De nombreuses expériences de reconstitution d'historiques de crues existent également à l'étranger. La Chine constitue par exemple un site très favorable à ce type de travaux, car les archives s'y avèrent particulièrement riches : plus de 100000 rapports concernant les situations de crues et sécheresses ont été établis sous les dynasties Ming et Qing (600 dernières années), et les chroniques reconstituées peuvent parfois remonter plus 2000 ans en arrière [Cheng-Zheng, 1987]. Toutefois il s'agit là d'un cas très particulier, dont on ne retrouve pas l'équivalent en Europe, sauf peut être en Italie. La présentation qui suit a été volontairement limitée à des cas plus proches du contexte rencontré en France. Il s'agit de pays Européens dans lesquels les études menées peuvent fournir des enseignements méthodologiques intéressants, directement applicables sur notre territoire. Ces pays sont l'Espagne (travaux menés dans le cadre du projet Européen Sphere, conjointement avec la France), l'Italie, l'Allemagne, et le Royaume Uni.

### 2.2.2.1 Cas de l'Espagne

Dans ce pays, le programme Européen SPHERE s'est concrétisé par d'importants travaux de reconstitution historique des crues, pour trois cours d'eau situés en Catalogne : le Ter, le Llobregat et le Segre. Ces travaux ont mis en évidence la possibilité, à partir des fonds d'archives Espagnols, de reconstituer une chronologie des crues depuis le *XIV<sup>ème</sup>* siècle [Llasat and Barriendos, 2001, Llasat et al., 2002b,a, Barriendos et al., 2003, Llasat et al., 2005]. Les archives des autorités civiles et ecclésiastiques ont été exploitées, à différentes échelles (nationale, départementale, communale), l'échelon local s'avérant finalement le plus riche en informations [Barriendos et al., 2002, Barriendos and Coeur, 2004]. Les délibérations des conseils municipaux, ainsi que les dossiers relatifs aux travaux publics, se sont avérés être les principales sources d'information [Llasat et al., 2005]. Toutefois, la description des événements qui a pu être tirée de ces recherches reste qualitative (description des dégâts et destructions, mais pas d'information sur les débits atteints), et par conséquent seule une classification des crues par niveau d'intensité a pu être en-

visagée, selon trois niveaux (comme dans le cas de l'Isère, dont l'étude faisait également partie du projet Européen SPHERE) : crues ordinaires, crues extraordinaires, crues exceptionnelles [Llasat and Barriendos, 2001, Barriendos et al., 2002, Barriendos and Coeur, 2004]. Cette classification présente l'avantage d'une forme standardisée qui permet la compilation d'informations observées en plusieurs points d'un cours d'eau, puis la comparaison de l'occurrence des crues entre différents bassins à une échelle régionale [Llasat et al., 2005]. Comme en France, ce n'est qu'à partir du début du *XIX<sup>eme</sup>* siècle que le développement des techniques topographiques permet de disposer de profils en long et en travers des cours d'eau, et d'envisager, grâce à ces documents, la reconstitution du débit de pointe des crues [Barriendos and Coeur, 2004].

Les travaux Espagnols permettent de tirer un certain nombre d'enseignement méthodologiques intéressants :

- Le volume de documents d'archives à exploiter est généralement énorme, estimé à plus de deux millions de pages pour l'étude de 12 cours d'eau à l'échelle de toute l'Espagne [Llasat and Barriendos, 2001, Barriendos et al., 2002], ou encore plus de 1000 dossiers d'archives dans le cas particulier des trois cours d'eau Catalans cités plus haut [Llasat et al., 2005]. Il est donc indispensable de définir une méthodologie de collecte, permettant à la fois d'organiser les investigations et de cibler les fonds contenant une information suffisamment dense et fiable [Llasat et al., 2002a]. Concrètement la méthodologie adoptée est identique à celle utilisée en France : Inventaire (Etat Général des Sources), Collecte, Analyse, Traitement.
- Il convient de porter une attention toute particulière à la fiabilité des sources documentaires utilisées. Pour cela certains critères type peuvent être définis : le document est-il un original ou une copie, a-t-il été établi au moment des faits, l'auteur a-t-il été témoin des faits et est-il objectif ? L'information recueillie est-elle continue dans le temps ? [Barriendos et al., 2002, Barriendos and Coeur, 2004].
- L'information de documents d'archives peut être complétée très utilement par un recensement des repères de crues, ainsi que, dans les 70 dernières années, par des témoignages oraux [Barriendos and Coeur, 2004].

Les recherches historiques sont désormais étendues à d'autres cours d'eau Espagnols, et permettent la réalisation progressive d'un catalogue national des crues historiques [Almunia et al., 2002].

### 2.2.2.2 Cas de l'Italie

Dès 1992, l'Italie a constitué une vaste base de données concernant les glissements de terrains et inondations historiques [Guzzetti et al., 1994]. Ce projet, dénommé AVI (Aree Vulnerate Italiane), a fait appel à plus de 15 équipes différentes qui ont travaillé pendant un an pour la collecte de l'information historique, chaque équipe étant en charge d'une région particulière. La base de données constituée décrit plus de 9300 glissements ou inondations pour la période 1918-1992. Cette base de données a depuis été réactualisée. Les recherches historiques du projet AVI ont été effectuées en examinant la presse (revue systématique des journaux locaux), ainsi que

des publications et rapports scientifiques et techniques, puis en interviewant un certain nombre de chercheurs et experts du domaine. Curieusement les fonds d'archives ne semblent pas avoir été exploités. La recherche a été étendue à la période précédant 1918, à partir d'ouvrages et monographies (54 au total) issus de différentes bibliothèques, qui ont permis le recensement de 1316 événements supplémentaires (1007 glissements de terrain et 309 inondations).

Les recherches du projet AVI ont concerné principalement une période assez récente ( $XX^{eme}$  siècle). L'inventaire repose majoritairement sur l'examen systématique de la presse, les informations recueillies étant parfois complétées par les rapports scientifiques et techniques, plus complets et détaillés. Cette méthodologie de recherche se traduit dans la nature des informations recueillies : l'information apportée par la presse se limite à des événements importants, ayant touché des zones habitées et/ou causé des dommages à des aménagements [Guzzetti et al., 1994], et ne comporte en général que la date de l'événement et la description générale du phénomène et des dégâts occasionnés. L'extension exacte du phénomène (en particulier l'inondation de zones rurales et agricoles) n'est généralement pas accessible, pas plus que les niveaux d'eau atteints ou la quantification des dommages. Les informations décrivant de façon plus précise les événements ont généralement été trouvées dans les documents à caractère scientifique et technique examinés en complément. Ces documents restent relativement rares et ne concernent que les principaux événements observés. La base de données finalement obtenue contient une description essentiellement qualitative des événements. Par ailleurs, aucune tentative de hiérarchisation des événements ne semble avoir été envisagée. Enfin, l'information est concentrée dans les zones urbaines et ne concerne que très peu les zones rurales.

Des travaux concernant une période beaucoup plus ancienne ont également été menés par Camuffo et al. [2002] sur le Po et le Tibre. Dans ce cas, les chroniques historiques ont été reconstituées à partir de sources écrites, provenant à la fois de fonds d'archives et de bibliothèques. Le travail de reconstitution a duré quinze ans, mais le résultat est impressionnant, puisque les chroniques historiques obtenues ont une durée de 2400 ans. Ceci peut s'expliquer par la spécificité des fonds d'archives Italiens, probablement plus fournis en ce qui concerne la période de l'antiquité. Camuffo et al. [2002] insistent toutefois sur la difficulté à obtenir des séries homogènes sur une telle durée, les fortes évolutions de la société et de l'occupation du territoire générant inévitablement des hétérogénéités dans l'enregistrement des crues. Seules certaines sous-séries peuvent être considérées comme véritablement homogènes. Dans le cas du Tibre la série obtenue est la plus complète et la plus homogène du fait de l'occupation permanente des abords du fleuve par l'homme (ville de Rome). L'intensité des différentes crues a pu être approchée, en fonction des dégâts qui ont été causés aux immeubles. La configuration du cours d'eau ayant peu évolué dans la traversée de la ville depuis le  $XIV^{eme}$  siècle, une reconstitution du débit des plus fortes crues a également pu être effectuée [Calenda et al., 2005], sur la base des nombreux repères de crues existant, et de données topographiques datant des  $XVIII^{eme}$  et  $XIX^{me}$  siècles. Cette reconstitution permet de disposer de valeurs de débit pour les 20 plus fortes crues observées depuis 1422, qui ont toutes dépassé une valeur de débit de  $2600\text{ m}^3.s^{-1}$ . Elle a été réalisée par le recours

à deux modèles hydrauliques 1-D et 2-D. Calenda et al. [2005] n'évaluent pas la précision de ces reconstitutions de débit.

### 2.2.2.3 Cas de l'Allemagne

Des reconstitutions historiques ont été menées en Allemagne sur le Rhin, l'Elbe et le Main. Elles ont été réalisées sur la base de sources d'archives, complétées par un inventaire des repères de crues. Ces sources sont décrites par Pfister et al. [1999]. Les chroniques reconstituées, présentées par Brazdil et al. [1999], remontent jusqu'au début du *XVI<sup>ème</sup>* siècle et sont comparées aux chroniques similaires obtenues en Espagne (Ebre), en France (Garonne), et Italie (Po et Tibre). Glaser and Stangl [2003], pour leur part, présentent une chronique limitée au delta du Rhin, mais remontant jusqu'au *XIV<sup>ème</sup>* siècle.

Les auteurs de ces travaux insistent sur l'importance d'une critique méticuleuse des sources, les documents écrits pouvant parfois présenter un caractère subjectif marqué. Glaser and Stangl [2003] décrivent la grille de critique utilisée, qui s'avère moins facilement transposable que les questions à caractère général utilisées lors des travaux espagnols [Barriendos et al., 2002, Barriendos and Coeur, 2004]. Le niveau de description des crues atteint est intéressant, puisque en plus de la classification en trois niveau d'intensité, selon les dommages occasionnés par chaque crue (mode de classement également utilisé en Espagne, France et Italie), les auteurs parviennent à fournir des éléments sur l'origine de la crue (pluie persistante, fonte de neige, etc...), ainsi que sur la saison [Brazdil et al., 1999]. Toutefois, une reconstitution des débits de pointe n'a pas été entreprise, les informations disponibles s'avérant le plus souvent insuffisantes.

### 2.2.2.4 Cas du Royaume Uni

Quelques expériences de reconstitution d'historiques de crues ont également été menées au Royaume-Uni. Ces reconstitutions se basent pour l'essentiel sur l'utilisation de la presse locale et régionale [Williams and Archer, 2002, Kemp, 2002], dont les archives semblent facilement accessibles pour une période remontant jusqu'au début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle. Dans les cas d'étude présentés, ces archives ont permis d'accéder aux dates des événements, ainsi qu'à la description des dégâts occasionnés et à des éléments de comparaison entre événements, parfois même à des éléments sur les niveaux d'eau atteints. Ces éléments ont été complétés par un inventaire des repères de crue sur le terrain, et par l'examen de documents techniques et scientifiques publiés (par exemple les publications de "British Rainfall" et de "Météorological Magazine" utilisées par Williams and Archer [2002]). Ces derniers se basent également sur un certain nombre de fonds d'archives identifiés dans les "County Record Offices". Les résultats obtenus sont des chroniques historiques d'une durée d'environ deux siècles, permettant dans le meilleur des cas de disposer du niveau hautes eaux de la plupart des crues, et dans des cas moins favorables d'une simple hiérarchisation, parfois partielle, des événements. Sur tous les cours d'eau étudiés, les données historiques modifient de façon importante la perception de l'occurrence des crues, par rapport à une situation initiale où l'on ne disposait que des chroniques de mesures systématiques (d'une

durée de 15 à 30 ans).

Les auteurs insistent sur quelques points méthodologiques importants. Tout d'abord, la présence de voies de communications (routes ou autres), coupées lors des inondations importantes, constitue un point favorable, la coupure de ces axes étant souvent rapportée dans les journaux. Le niveau atteint peut alors éventuellement être déduit de l'étendue de l'inondation, lorsque celle-ci est décrite. De plus, la presse fournit souvent des éléments de comparaison entre deux crues consécutives ("crue la plus forte observée depuis .."). Enfin, il convient de rester prudent quant à l'exhaustivité de l'information recueillie : seuls les événements ayant causé des dégâts sont généralement répertoriés, et il peuvent parfois être "masqués" par une actualité plus importante. L'information donnée par la presse semble par conséquent très liée à l'occupation humaine des plaines inondables et à la vulnérabilité associée.

### **2.2.3 Principaux enseignements tirés des travaux antérieurs**

Les travaux qui viennent d'être évoqués permettent de dégager un certain nombre d'enseignements méthodologiques importants.

Ces enseignements concernent tout d'abord les fonds d'archives exploitables pour la recherche historique concernant les crues. En France ces fonds d'archives sont désormais assez bien identifiés : archives départementales (avec le détail des séries exploitables), éventuellement archives communales, Archives Nationales, archives des services déconcentrés de l'Etat, Bibliothèque Nationale, bibliothèques communales, fonds particuliers tels que le fonds Maurice Pardé ou le fonds historique de l'ENPC.

Partant du constat que les fonds d'archives à exploiter sont connus, la difficulté de la recherche vient alors principalement du volume très important des fonds susceptibles de contenir de l'information. Pour cette raison il est nécessaire d'adopter une méthodologie de collecte rigoureuse, permettant à la fois de garantir l'exhaustivité de la collecte, et d'éviter de se perdre dans des fonds présentant peu d'intérêt ou peu fiables. Cette méthodologie doit également permettre une critique et une sélection des documents de façon à fournir aux hydrologues, destinataires de l'information, des sources qu'ils sont susceptibles de comprendre et d'exploiter. De ce point de vue la méthodologie ICAT (Inventaire Analyse Collecte Traitement) semble apporter une réponse satisfaisante.

D'autre part, la quantité d'information retrouvée en archives dépend manifestement fortement de l'occupation humaine des abords des cours d'eau, et de la vulnérabilité associée. De ce point de vue la présence d'axes routiers, d'ouvrages (ponts, barrages, seuils), d'aménagements, et bien sûr de bâtiments (moulins) à proximité des cours d'eau constitue un point très favorable.

La qualité technique des documents présents en archives semble s'améliorer très nettement à partir du début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle (fin de l'Ancien Régime), avec notamment l'apparition de



plans, de plus en plus nombreux. Ce constat concerne tout particulièrement les fonds français (réorganisation complète de l'administration au début du *XIX<sup>ème</sup>*), mais se retrouve également en Espagne et en Italie par exemple. Stanescu [2004] remarque d'ailleurs qu'à l'échelle européenne, les crues historiques dont le débit est connu sont très rares jusqu'à la fin du *XVIII<sup>ème</sup>* siècle, et deviennent beaucoup plus nombreuses au *XIX<sup>ème</sup>*. Le fait de disposer d'une documentation technique (et notamment de plans) permet en effet d'envisager l'estimation des débits de pointe des crues historiques, avec une incertitude qui reste forte mais qui peut être évaluée. Les méthodes d'estimation peuvent s'avérer plus ou moins lourdes - de la simple estimation locale à une modélisation hydraulique sur tout un secteur du cours d'eau - et doivent s'adapter à la qualité et à la quantité des informations disponibles.

Une attention particulière doit également être portée à la fiabilité des sources d'information retenues. Pour cela il peut être particulièrement utile d'évaluer chaque document par rapport aux conditions dans lesquelles il a été établi. Les questions définies par Barriendos et al. [2002], Barriendos and Coeur [2004] s'avèrent très utiles de ce point de vue : le document est-il un original ou une copie, a-t-il été établi au moment des faits, l'auteur a-t-il été témoin des faits et est-il objectif ? L'information recueillie est-elle continue dans le temps ?

Aux fonds d'archives cités précédemment peuvent parfois s'ajouter les archives de la presse, qui constituent dans certains cas une source d'information importante (cf. expériences menées en Italie et au Royaume uni, et également en France dans les Pyrénées Orientales). Toutefois l'information fournie par la presse semble assez inégale, liée d'une part à l'intensité des événements, et également surtout à la vulnérabilité des zones concernées (il en est toutefois de même pour les autres fonds d'archives). De plus cette information semble, la plupart du temps, très qualitative, le niveau atteint par les crues semblant assez rarement relaté.

Enfin, l'inventaire des repères de crues présents sur le terrain, ainsi éventuellement que le recueil de témoignages, peuvent également constituer des sources d'information très intéressantes (cf. expériences menées en Espagne, Allemagne et au Royaume Uni). Une investigation de terrain, permettant au moins de recenser les repères, semble constituer un complément indispensable à la recherche en archives.

## **2.3 Les fonds exploités pour l'étude des cours d'eau de l'Aude : origine, contenu, et intérêt**

### **2.3.1 L'intérêt limité des archives de la presse locale**

Plusieurs expériences étrangères ont fait appel à l'utilisation de la presse, examinée de façon systématique, pour le recensement et la caractérisation des crues historiques. Pour l'étude des cours d'eau Audois, sans préjuger de la qualité des informations qui pouvaient être recueillies,

cette source est apparue a priori intéressante car étant susceptible de synthétiser, dans les mêmes documents, une information concernant les quatre cours d'eau étudiés.

Toutefois, nous avons vu que l'information donnée par la presse reste souvent très qualitative, et semble très dépendante de la vulnérabilité des zones concernées. Par conséquent, nous avons débuté l'examen de la presse locale de l'Aude par un "coup d'essai", concernant uniquement quelques crues marquantes, de façon à évaluer la qualité des informations qui pouvaient être recueillies en utilisant cette source.

Cette recherche a largement dépassé le cadre des quatre cours d'eau devant finalement être étudiés. Le choix s'est porté sur 31 bassins versants situés dans les secteurs des Corbières, du Minervois, et de la Montagne Noire, en excluant les bassins du Fresquel et du Sou. Les bassins retenus sont représentés sur la figure 2.3. Tous ont une surface inférieure à 200 km<sup>2</sup>.

Les événements étudiés ont été choisis en premier lieu parce qu'ils ont généré des crues marquées de l'Aude. Lors de tous les événements choisis, le niveau de l'Aude au barrage de Moussoulens (situé à l'aval à proximité de Narbonne) a dépassé 5,50 m (en référence actuelle). Toutefois, ce niveau de crue restant relativement courant, le choix des six crues étudiées a également été établi en fonction :

- de la disponibilité des archives de la presse régionale (quasi inexistantes avant 1870)
- de la nécessité de choisir des crues couvrant toute la période d'intérêt (fin XIX<sup>ème</sup> – XX<sup>ème</sup> siècle)
- de la volonté de disposer dans l'échantillon étudié de crues d'extension généralisée, comparables à celles de 1999, et de crues beaucoup plus localisées, concernant uniquement quelques bassins affluents de l'Aude.

Les crues finalement retenues sont celles des 23 septembre 1874, 13 septembre 1875, 25 octobre 1891, 18 août 1921, 13 septembre 1929, et 07 novembre 1962.

### 2.3.1.1 Disponibilité des archives de presse

Deux fonds d'archives de presse ont pu être exploités : la Bibliothèque Nationale de France et les Archives Départementales de l'Aude. Mais malgré l'existence de ces deux fonds, l'accès aux journaux Audois qui nous intéressaient s'est parfois avéré difficile. En effet les archives de presse, lorsqu'elles existent, sont parfois en si mauvais état que leur consultation n'est plus autorisée, dans l'attente d'une future restauration (c'est en particulier le cas à la Bibliothèque Nationale de France). Il s'avère finalement que de nombreux journaux n'ont pu être consultés car indisponibles ou hors d'usage. La figure 2.4 présente, pour chaque événement de crue étudié, les journaux qui ont pu être exploités ainsi que le fonds d'archives où ils ont été consultés.

2.3 Les fonds exploités pour l'étude des cours d'eau de l'Aude : origine, contenu, et intérêt

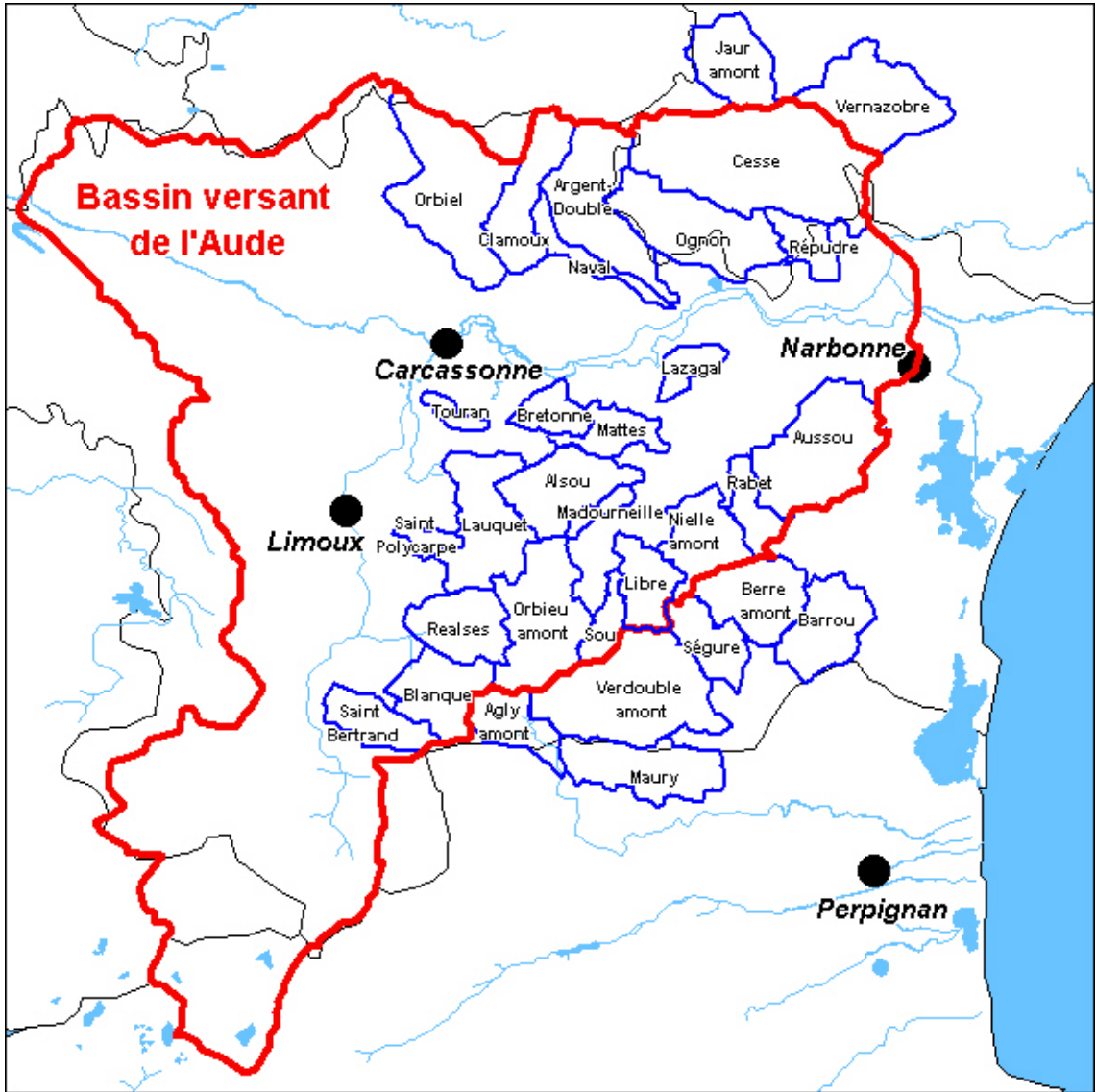


FIG. 2.3 – Carte des 31 bassins versants sélectionnés pour l'évaluation de l'information donnée par la presse

Titre	L'Indépendant des P.O.	Le Midi-Libre	La Dépêche du Midi	Le Courrier de l'Aude	La Fraternité	L'Echo de l'Aude	Le Journal de Limoux	L'Union de l'Aude	Le Républicain de Narbonne	Le Courrier de Narbonne	La Croix de l'Aude	La république sociale
Lieu de publication	Perpignan	Montpellier	Toulouse	Carcassonne	Carcassonne	Limoux	Limoux	Narbonne	Narbonne	Narbonne	Toulouse	Narbonne
Crue du 23/09/1874	BNF			BNF	BNF			BNF				
Crue du 13/09/1875	BNF			BNF	AD			BNF		AD		
Crue du 25/10/1891	BNF			BNF			AD					
Crue du 18/08/1921	BNF			BNF		BNF	AD		AD	BNF	BNF	AD
Crue du 13/09/1929	BNF			BNF		BNF				BNF	BNF	
Crue du 07/11/1962	AD	BNF	BNF									
	BNF: Bibliothèque Nationale de France							Archives inexistantes				
	AD: Archives Départementales de l'Aude							Archives hors d'usage, dont la consultation n'a pas été autorisée				

FIG. 2.4 – Journaux consultés et sources d'archives correspondantes

### 2.3.1.2 Description générale des informations sur les crues données par la presse

On peut tout d'abord remarquer que la presse locale, jusqu'à l'entre deux guerres, consacre une majeure partie de son édition à l'actualité politique nationale et internationale. La politique restera très longtemps la raison d'être des éditions locales, chaque journal ayant une coloration marquée, et se faisant le soutien de candidats locaux lors des élections [Martin, 2002]. Avant 1914 beaucoup de journaux ne doivent d'ailleurs leur existence qu'au soutien d'hommes politiques ou notables locaux, et certains d'entre eux ne subsistent que le temps d'une campagne électorale. Il est difficilement concevable à l'époque pour un homme politique de faire campagne sans l'aide d'un organe de presse. Les titres de quelques journaux de l'Aude sont révélateurs de la politisation de la presse de l'époque : "La république sociale", "le républicain de Narbonne" [Caillot, 2001]. Ce militantisme important des journaux locaux fait que les informations régionales ont longtemps été reléguées au second plan.

Ce n'est que dans l'entre deux guerre, dans les années 30 en particulier, que les petites feuilles locales vont peu à peu disparaître au profit des grands quotidiens régionaux aux multiples éditions locales. Les informations régionales vont alors s'étoffer, en parallèle à une dépolitisation du discours de journaux qui ont désormais un tirage important et ne peuvent plus se permettre de choquer une partie de leur lectorat.

Jusqu'à l'entre-deux guerres le format des journaux est par ailleurs très limité : généralement 2 à 4 pages, 6 pages pour les journaux aux tirages les plus importants. Ceci est dû tout d'abord au caractère artisanal de la rédaction et de l'impression qui ne permet pas au milieu du *XIX<sup>ème</sup>* siècle d'éditer des journaux au format important. S'ajoutent à cela les difficultés économiques liées au coût du papier [Martin, 2002], qui deviennent particulièrement importantes durant la première guerre mondiale et se poursuivent dans l'entre-deux guerres. La place dévolue aux informations politiques étant importante, celle réservée aux actualités régionales est limitée à une à deux pages au maximum.

Ces informations régionales sont généralement structurées de la façon suivante :

- une "chronique locale" relate les faits divers, de façon très succincte. Lors des crues cette chronique peut présenter des informations très ciblées sur les dégâts causés dans certains villages.
- une "chronique agricole ou viticole" est souvent présente, et relate à la fois l'actualité de la production, l'évolution des prix, les nouvelles techniques, etc.. Lors des orages ou des crues, cette chronique met évidemment l'accent sur les dégâts aux cultures, et peut par conséquent s'avérer très utile. C'est parfois uniquement dans cette chronique, qu'une information sur la crue a pu être trouvée.
- une large part de l'édition est souvent consacrée aux courriers reçus de lecteurs, et/ou aux informations données par d'autres journaux. A la suite des événements de crue, on trouve assez souvent une chronique consacrée à cet événement, constituée d'une compilation de toutes les informations reçues de sources diverses (courriers, témoignages et autres ..).

Ces chroniques sont généralement riches en information, et elles constituent une synthèse de l'information disponible, dans le sens où l'on y retrouve les informations données par d'autres journaux. En 1875 par exemple tous les journaux consultés citent le désastre de Saint-Chinian, où le Vernazobre a détruit près de 50 maisons, faisant 132 victimes. De façon plus surprenante tous également citent et décrivent l'inondation du monastère de Fontfroide (bassin de l'Aussou, affluent de l'Orbieu), qui est certes impressionnante mais qui n'a fait aucune victime. Le Courrier de l'Aude précise d'ailleurs qu'il tient ces informations de la lecture de l'Union de l'Aude - il est courant que les journaux se citent entre eux. Tout ceci illustre bien le fait que les sources d'information étant assez rares, c'est avant tout la disponibilité de l'information qui détermine sa publication.

Les informations données concernent généralement la description des orages, avec parfois les horaires correspondant et les cumuls de pluie enregistrés dans une grande ville (dans des unités parfois manifestement différentes de celles utilisées aujourd'hui), puis la description des crues et des dégâts occasionnés (qui sont parfois même chiffrés, par commune).

La description des dommages est ciblée sur les dégâts aux cultures, aux moyens de communication (ponts emportés, voies routières ou de chemin de fer coupées, ..), et à toutes les infrastructures humaines (habitations, moulins, etc...). La Fraternité résume par exemple ainsi la crue de 1875, donnant une bonne idée des informations qui peuvent être développées dans les journaux de l'époque : "Des maisons emportées, des usines, des ponts, des maisons effondrées, des familles enfouies sous les ruines, des personnes noyées, les récoltes entraînées par le courant, partout la dévastation et le deuil".

En ce qui concerne l'intensité des crues, des éléments de comparaison avec les crues antérieures sont parfois présents ("crue la plus forte jamais observée de mémoire d'homme", ou "crue la plus forte depuis celle de .."). Mais les références aux niveaux d'eau atteints sont relativement rares. Quelques cotes atteintes sur les échelles de l'Aude sont parfois données, en particulier à l'échelle du pont-vieux de Carcassonne. Sur les affluents, les niveaux atteints ne sont jamais donnés par référence aux échelles de crue, qui existent pourtant, au moins pour certains affluents. Les indications données concernent des maisons de particuliers ou des bâtiments publics inondés, ou des routes submergées, avec la hauteur de submersion correspondante.

Après 1945 la structuration des journaux évolue sensiblement. Le format tout d'abord est beaucoup plus volumineux, laissant une place importante aux informations régionales. De plus les journaux, plus solidement établis, commencent à disposer d'antennes locales dans les principales villes, une chronique locale étant réservée à chacune de ces villes. Lors des événements de crue ces chroniques fournissent des informations beaucoup plus ciblées sur la crue de tel ou tel affluent.

En revanche, la nature de l'information trouvée change finalement assez peu. Elle est beaucoup moins ciblée sur les cultures, et concerne pour l'essentiel les dégâts aux installations humaines,

voies de communication ou autres, les inondations de villages, les victimes. Des récits de témoins sont souvent retranscrits. On trouve un peu plus d'informations sur les niveaux d'eau atteints, y compris sur les affluents. Dans le cas de la crue de 1962 les cotes atteintes aux stations de plusieurs affluents de l'Aude sont indiquées. Toutefois l'information concernant ces cotes est probablement venue de la DDE et a été retrouvée dans les archives correspondantes... Des éléments de comparaison avec les événements antérieurs sont également toujours présents, mais ne remontent en général pas très loin dans le temps.

### 2.3.1.3 Exhaustivité géographique de l'information recueillie

Afin d'évaluer l'exhaustivité géographique des informations fournies par la presse, la "cartographie" des crues a été retracée à partir des informations données par différents journaux. L'ensemble des bassins versants dans lesquels, d'après la presse, une crue importante a eu lieu, ont été recensés. La notion de crue importante étant relativement floue, nous avons considéré que toute crue ayant donné lieu à un débordement en lit majeur, ou ayant occasionné des dégâts significatifs, devait être retenue. Lors de la consultation de la presse toutes les informations reflétant le débordement des cours d'eau ont donc été recherchées et collectées : dégâts aux cultures, aux routes, aux ouvrages, voies de communication coupées, villes ou villages inondés, etc.. Lorsqu'une de ces informations a été trouvée, le cours d'eau correspondant a été répertorié comme ayant subi une crue importante.

Les cartes des bassins versants cités par la presse sont représentées, pour chaque événement étudiés, sur les figures 2.5 à 2.10.

Ces différentes figures illustrent la grande disparité entre les informations fournies, d'un journal à l'autre. Ainsi par exemple, pour la crue de 1891, l'Indépendant des Pyrénées Orientales ne cite que quatre bassins touchés alors que Le Courrier de l'Aude permet d'en recenser 12. Des différences importantes dans le nombre de bassins cités se retrouvent également pour les crues de 1874, et 1962. D'une façon plus générale on peut remarquer que jamais, pour les six crues étudiées, il n'y a une bonne correspondance entre les informations données par les différents journaux.

De plus, aucun journal ne se démarque réellement par la qualité et l'exhaustivité des informations qu'il retranscrit. Ainsi, le Courrier de l'Aude qui semble traiter de façon assez complète les crues de 1875, 1891 et 1929, donne une information beaucoup plus partielle en 1874 et en 1921.

Enfin, même dans les cas ponctuels où un journal se distingue par la quantité d'informations données et le nombre important de bassins versants cités, il est loin d'être acquis que cette information soit exhaustive. A plusieurs reprises en effet, les cartes tracées font apparaître des secteurs non cités, situés géographiquement entre plusieurs bassins ayant connu des crues importantes. C'est le cas par exemple de l'Ognon en 1891 (figure 2.7), 1921 (figure 2.8), et 1962 (figure 2.10) ;

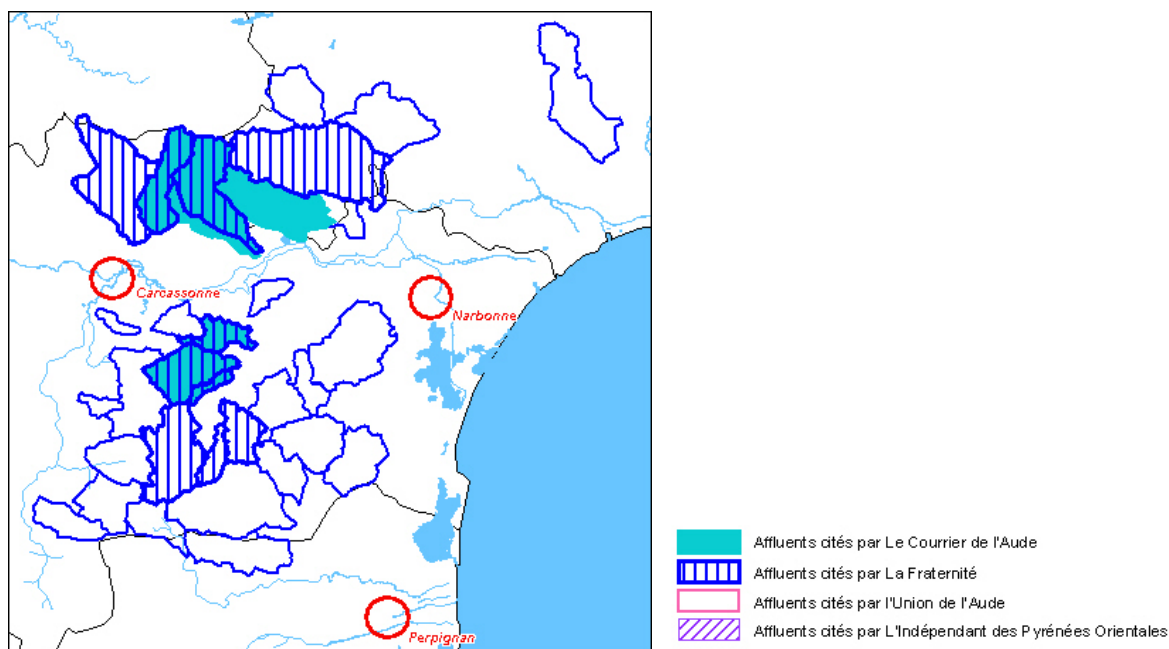


FIG. 2.5 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 23/09/1874

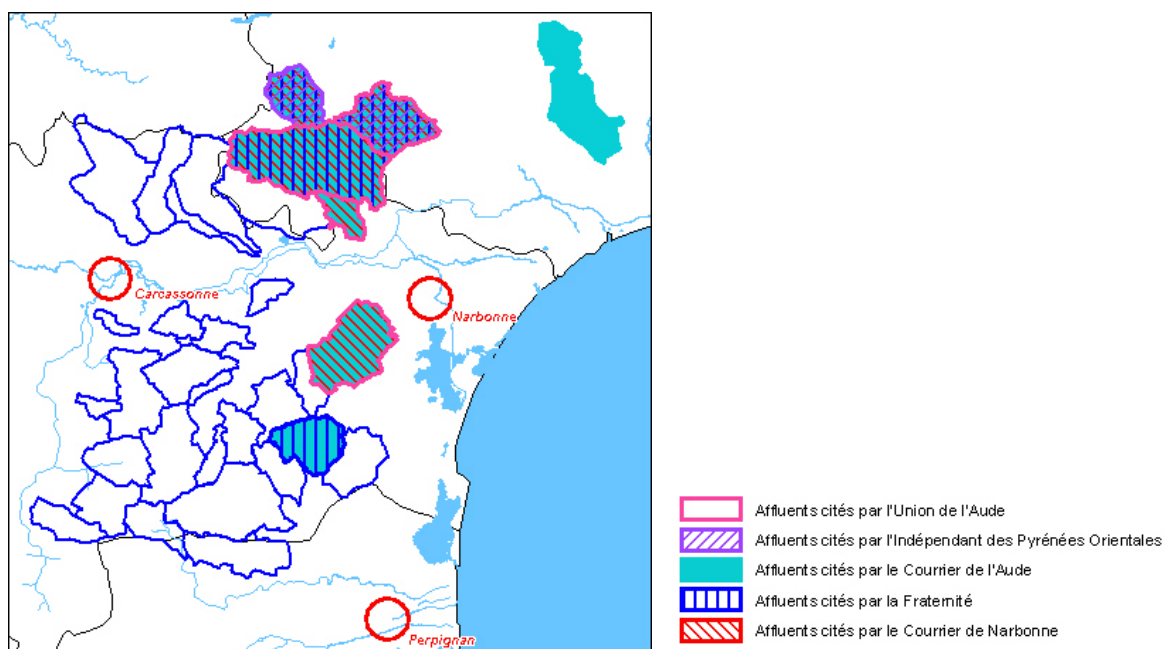


FIG. 2.6 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 13/09/1875

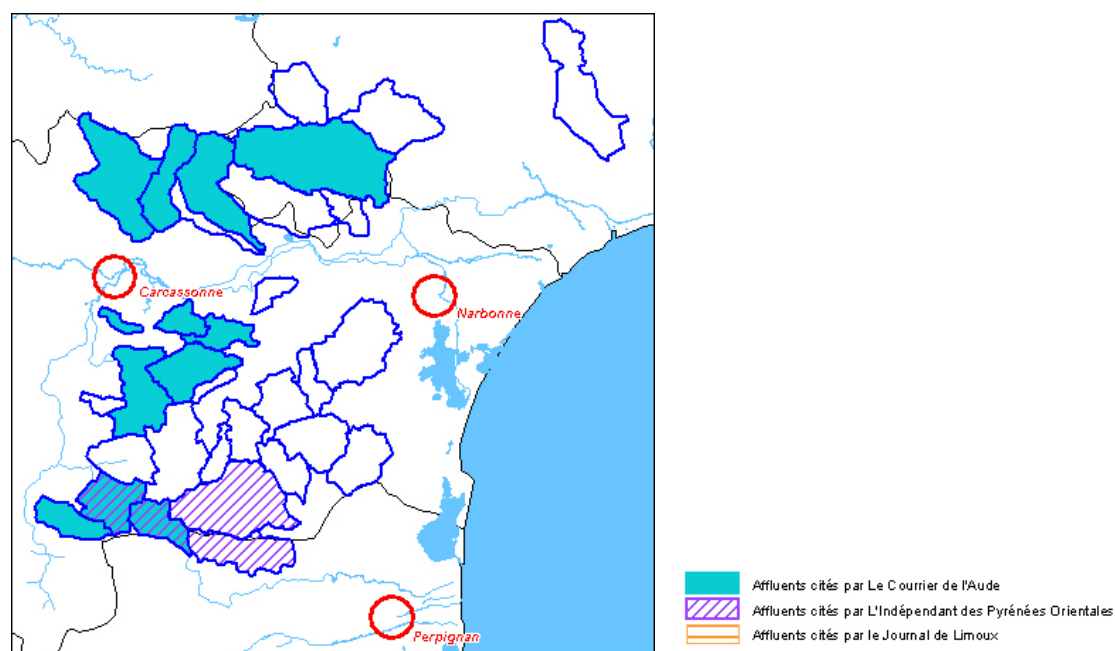


FIG. 2.7 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 25/10/1891

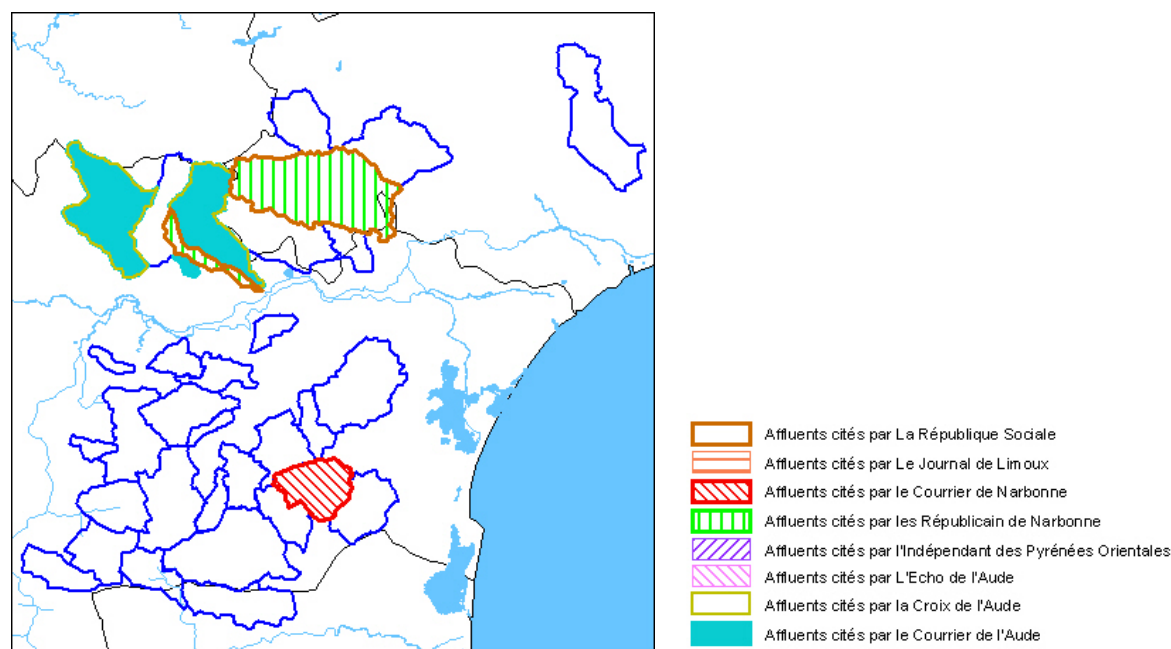


FIG. 2.8 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 18/08/1921



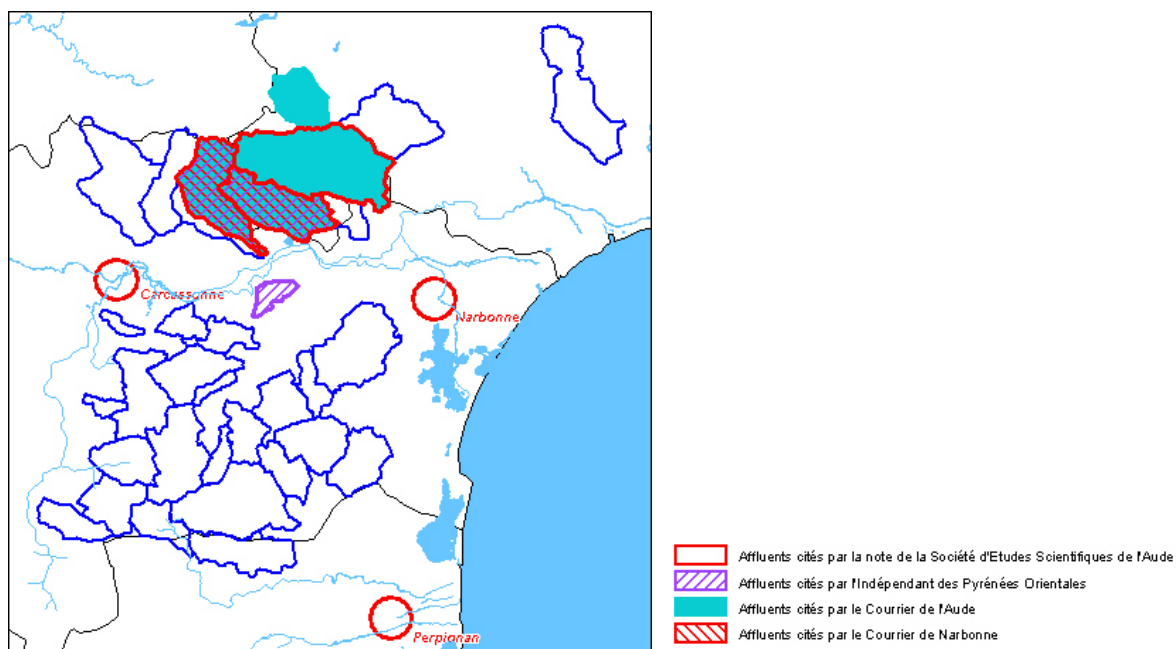


FIG. 2.9 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 13/09/1929

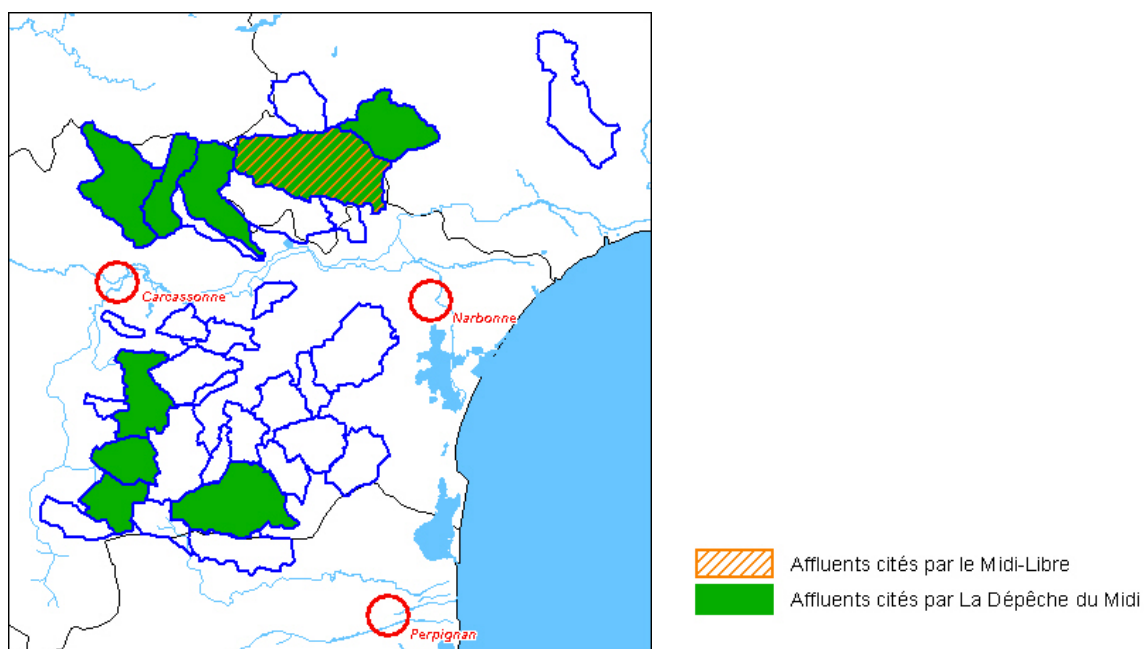


FIG. 2.10 – Carte des affluents cités par la presse suite à la crue du 07/11/1962

de la Clamoux en 1921 (figure 2.8) ; du ruisseau de Realses (affluent de la Salz) et du Haut-bassin de l'Orbieu en 1891 (figure 2.7).

Finalement, aucun des journaux consultés ne semble offrir une couverture régionale complète, et même la consultation de plusieurs journaux n'est manifestement pas suffisante pour combler les lacunes existantes. Quelques éléments d'explication à cette couverture très aléatoire des événements de crue peuvent d'ailleurs être avancés :

#### **a Une disponibilité inégale de l'information**

Jusqu'en 1940, et tout particulièrement avant la première guerre mondiale, l'information retranscrite dans les journaux est souvent due à des témoignages de particuliers ou d'élus, qui ont fait l'effort de signaler les événements aux journaux et d'en fournir la description. La disponibilité de l'information est donc très liée à la présence et à la bonne volonté d'observateurs locaux. Ces observateurs isolés peuvent suivant les cas et les lieux communiquer de façon plus ou moins détaillée sur les événements de crue. De plus, de tels témoignages ne peuvent raisonnablement être obtenus que dans des secteurs présentant une certaine densité de population. A ce titre, on peut remarquer que les quelques bassins versants choisis qui étaient uniquement barrés dans leur partie aval par un itinéraire routier (sans village à proximité du cours d'eau), ont été très peu, voire pas du tout cités (cf. figure 2.11).

Dans les cas où une couverture géographique assez complète a été obtenue (La Fraternité en 1874, le Courrier de l'Aude en 1891, La Dépêche du Midi en 1962), il est probable que l'information correspondante ait été fournie au moins en partie par la Préfecture, ce qui constitue une exception. En effet, en particulier en 1874 et 1891, les journaux fournissent, commune par commune, le détail des dégâts occasionnés (qui sont même chiffrés en 1874). Les documents retrouvés aux archives départementales, dans la série M, montrent que ce recensement des dégâts était réalisé par la Préfecture. Dans le cas de la crue de 1962, les sources d'information sont manifestement plus nombreuses, et probablement liées à la présence sur place de correspondants locaux.

#### **b Une information autant liée aux enjeux locaux qu'à l'importance même des crues**

Il est évident qu'étant donné le format réduit des journaux (2 à 4 pages maximum jusqu'en 1940), et la place limitée réservée aux informations régionales, cette information se limitait de fait aux dégâts les plus marquants occasionnés par les crues. Ces dégâts se produisaient dans les secteurs à forts enjeux (par exemple les vignobles, les villes importantes), souvent situés dans la plaine même de l'Aude ou à l'aval de ses affluents. De fait, l'information retranscrite par les journaux semble souvent plus liée à la vulnérabilité des secteurs cités qu'à la violence de la crue qu'ils ont connue. Cette information se limite souvent au secteur aval des affluents et ne permet donc pas toujours de remonter aux bassins amont qui nous intéressent ici.

De nombreux exemples illustrent bien le lien entre les enjeux locaux et l'information donnée par les journaux, et les difficultés inhérentes à ce lien. En 1875 l'Union de l'Aude et le Courrier de Narbonne décrivent des dégâts causés à Sigean par la Berre, où 2/3 des récoltes auraient été perdues. Cette information, localisée à l'extrême aval du cours d'eau, n'est pas suffisante pour caractériser la crue des deux bassins versants étudiés, qui sont situés beaucoup plus en amont (le Barrou et la Berre amont). En 1891, le Courrier de l'Aude décrit des dégâts très importants à Lagrasse, commune située à la confluence de l'Orbieu et de son affluent l'Alsou, où la caserne de gendarmerie ainsi que plusieurs maisons ont été démolies. Là encore il n'est pas possible de dire si ces dégâts sont dus à l'Alsou, à l'Orbieu, et dans ce dernier cas quels seraient les bassins versants amont concernés (Madourneille, Orbieu amont, ruisseau du Sou, Libre). Toujours en 1891, l'Indépendant des Pyrénées Orientales indique que le village de Couiza est "à moitié écroulé", sans qu'il soit possible de dire quel cours d'eau, de l'Aude ou de la Salz (ou les deux), est à l'origine de ces dégâts. Des difficultés similaires sont rencontrées dans le cas des crues de 1921 et 1929. En 1921 le débordement de l'Orbieu est signalé, dans sa partie aval uniquement. En 1929 le Courrier de Narbonne décrit une trombe d'eau qui s'est abattue sur la région située entre Lézignan et Carcassonne, transformant "les nombreux petits cours d'eau qui se jettent dans l'Aude ou ses affluents en torrents tumultueux emportant tout sur leur passage", mais aucune indication complémentaire n'est donnée.

### **c Synthèse sur les imperfections de la couverture géographique fournie par la presse**

Pour donner une vision synthétique des imperfections de la couverture des événements de crue par la presse, la figure 2.11 présente, pour chacun des bassins étudiés, le nombre de crues (sur les 6 étudiées) pour lesquelles ces bassins ont été cités par un ou plusieurs journaux. On remarque très bien sur cette figure, notamment dans le secteur Minervois-Montagne Noire, que des bassins versants pourtant très proches ont été cités de façon très différente. L'Ognon par exemple, n'est cité que deux fois alors que l'Argent Double et la Cesse, situés à proximité (cf. figure 2.3 pour la localisation de ces bassins), le sont respectivement cinq et six fois. De la même façon le Ruisseau de Naval est beaucoup moins cité que l'Argent Double ou l'Orbiel pourtant là encore situés à proximité. Les affluents amont de l'Orbieu sont très peu cités alors qu'il est certain que l'Orbieu est concerné par un nombre important des crues étudiées.

#### **2.3.1.4 Possibilités d'exploitation de l'information pour une reconstitution de débit ou pour une hiérarchisation des crues**

Comme nous l'avons vu, les informations concernant les niveaux d'eau atteints sont relativement rares dans la presse. De plus, lorsque des indications de niveau sont données pour les affluents de l'Aude, celles-ci ne correspondent jamais à une échelle de crue fixe et relativement durable dans le temps, ce qui rend toute comparaison difficile. Les seules informations généralement fournies concernent des hauteurs d'eau dans des maisons ou bâtiments publics inondés, ou sur des itinéraires routiers submergés.

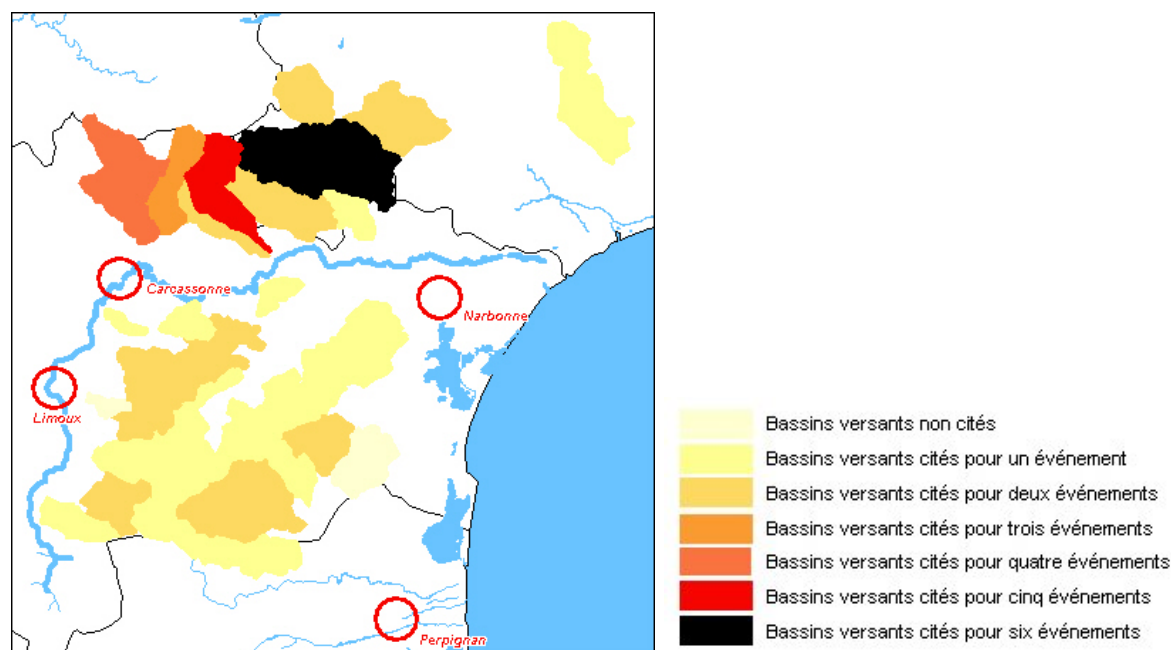


FIG. 2.11 – Répartition des bassins étudiés en fonction du nombre d'événements (sur les six événements étudiés) pour lesquels ils sont cités par la presse

Les cas des cours d'eau de l'Orbiel et de la Clamoux illustrent bien les difficultés liées à ce type d'informations. Ces deux cours d'eau sont pourtant ceux pour lesquels les informations recueillies concernant les niveaux d'eau sont les plus nombreuses. Par exemple, pour la crue de 1891, le *Courrier de l'Aude* nous apprend que "Beaucoup de maisons dans le centre de Conques sur Orbiel ont 1,50 m d'eau", ou encore qu'à Villegly sur la Clamoux, le niveau a atteint 1,80 m dans l'Eglise, 2,10 m dans le presbytère, et au moins 50 cm dans toutes les maisons alentours. Par la suite en 1921, la *Croix de l'Aude* indique que le niveau aurait atteint 15 cm dans la nef de l'église à Conques sur Orbiel ; toujours en 1921 le *Courrier de l'Aude* indique qu'il y a 1 m à 1,50 m sur la route de Carcassonne à Conques sur Orbiel, au niveau du pont. Enfin en 1962, *La Dépêche du midi* fournit de multiples informations : en ce qui concerne La Clamoux, 10 maisons sont évacuées à Villeneuve Minervois où "les lavoirs publics disparaissaient quasiment sous les eaux" ; en 1921 au même endroit "la Clamoux qui roulait des eaux de 5 mètres passait par dessus les ponts du village et le couvent était recouvert de deux mètres d'eau". Toujours sur la Clamoux en 1962, 10 autres maisons sont évacuées à Villegly, où le cimetière est emporté par la crue. En ce qui concerne l'Orbiel, la *Dépêche du Midi* indique que le niveau a atteint 3 à 4 mètres (sans indiquer à quelle échelle), et qu'à Conques sur Orbiel le niveau était de 60 cm sur la route devant la Gendarmerie. De plus à Villalier le pont a été submergé.

Ces exemples laissent apparaître la diversité des références et des lieux où sont données les cotes atteintes, ce qui rend très difficile l'inter-comparaison de ces cotes. De plus, chaque cote indiquée nécessite, pour une reconstitution du débit correspondant, de retrouver le lieu exact où cette cote a été donnée (ce qui est loin d'être évident par exemple lorsque l'on possède uniquement le

nom d'une personne inondée chez elle, ou d'un édifice qui a disparu depuis), et de retrouver en ce point des éléments concernant la topographie à l'époque de la crue considérée. Ces informations ne semblent pouvoir être retrouvées que dans certains cas, par exemple pour les niveaux donnés dans l'Eglise de Villegly. De plus, il est possible que, les sections d'estimation n'ayant pas été choisies, des incertitudes fortes concernant le régime hydraulique dans ces sections puissent gêner les estimations de débit.

Cependant d'autres informations, fournies par la presse, semblent pouvoir être exploitées plus facilement : il s'agit des éléments de comparaisons entre les différentes crues. Toutefois, ceux-ci s'avèrent rares, et sont loin d'être suffisants pour établir une hiérarchie complète entre les six épisodes de crue étudiés ... Il est d'ailleurs possible d'énumérer en totalité les indications relevées dans les journaux pour ces six crues : en 1874, le *Courrier de l'Aude* indique au sujet de l'Argent-Double que "depuis 1843, pareille crue n'avait eu lieu" ; La *Fraternité* pour sa part déclare que "l'Orbiel a atteint des proportions démesurées telles que de mémoire d'homme il n'y en avait eu de semblables". En 1875, La *Fraternité* écrit que la Cesse a causé "la plus formidable inondation qui de mémoire d'homme ait ravagé le pays. Hier le 12 septembre, la grande crue de 1843 a été dépassée de plus d'un mètre". En 1921, le *Courrier de l'Aude* indique que la cote de l'Argent-Double à La Redorte a atteint 1 mètre de plus qu'en 1891 ; toujours en 1921, le *Courrier de Narbonne* écrit : "Certains prétendent que depuis les fortes crues de 1875, on n'avait vu, à pareille époque de l'année, dans notre région, des pluies aussi abondantes causant des dégâts aussi graves". Enfin en 1962, la *Dépêche du Midi* cite l'événement de 1921, comme étant le précédent événement marquant sur la Clamoux, l'inondation de 1930 ayant été bien moins forte.

Tous ces éléments de comparaison concernent la région du Minervois - Montagne Noire. Ils permettent de supposer que dans ce secteur, les événements les plus marquants parmi les six étudiés sont ceux de 1875 et 1921. Toutefois les informations données sont insuffisantes pour acquérir une certitude, d'autant plus que la hiérarchie entre les crues peut s'avérer très différente d'un cours d'eau à l'autre. Ces informations comparatives entre les crues peuvent en revanche s'avérer utiles, en complément d'autres sources d'archives, pour établir la hiérarchie complète des crues sur un bassin. Mais ces informations, rappelons le, sont loin d'être fournies de façon systématique dans la presse : curieusement, aucune des informations obtenues ne concerne par exemple le secteur des Corbières, dans lequel se trouvent pourtant bon nombre de bassins étudiés.

### **2.3.1.5 Synthèse concernant l'utilisation de la presse pour la reconstitution historique des crues**

L'étude, au travers de la presse régionale, de six crues historiques qui se sont produites entre 1874 et 1962 dans l'Aude, a mis en évidence les limites de l'information fournie par la presse lorsqu'il s'agit d'étudier les petits cours d'eau sujets aux crues éclair.

En effet, pour ces cours d'eau amont, les renseignements donnés par la presse s'avèrent loin d'être exhaustifs à une échelle régionale. Les crues de certains cours d'eau sont parfois citées,

mais des lacunes importantes subsistent systématiquement, de telle sorte qu'il n'est pas possible d'avoir un aperçu complet des bassins ayant fortement réagi lors d'un événement. L'information donnée par la presse semble manifestement très dépendante de sources d'information locales qui s'avèrent très inégales d'un bassin versant à l'autre, et également d'enjeux humains locaux là encore très peu homogènes sur les bassins étudiés.

Enfin, si des indications concernant l'importance des crues (niveaux atteints, comparaison à des crues antérieures) sont bien trouvées dans les journaux, celles-ci s'avèrent relativement insuffisantes pour espérer pouvoir reconstituer le débit de pointe des crues, ou même établir une hiérarchie claire entre les événements étudiés.

Pour toutes ces raisons, la consultation systématique de la presse, très coûteuse en temps, n'a pas été poursuivie. La reconstitution historique a finalement été réalisée, pour l'essentiel, à partir des autres fonds d'archives cités précédemment (Archives départementales, archives des services déconcentrés de l'Etat, ...).

L'information fournie par la presse ne doit pas pour autant être considérée comme inutile. Elle présente souvent un réel intérêt, mais n'est pas suffisamment complète pour permettre à elle seule l'étude historique des crues-éclair sur de petits bassins versants. Elle peut en revanche intervenir utilement en complément des autres sources d'information.

### **2.3.2 Méthode retenue pour la collecte de l'information historique en archives (hors archives de presse)**

Pour l'étude des petits cours d'eau affluents de l'Aude, les enseignements méthodologiques issus des travaux antérieurs ont bien entendu été mis à profit. L'objectif poursuivi étant de pouvoir reconstituer les débits de pointe des crues historiques documentées, nous avons tenu compte du fait que les archives à caractère technique (plans, etc...) ne se développent qu'à compter du début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, tout particulièrement en France où cette période correspond à une réorganisation complète de l'administration. La recherche historique que nous avons menée a par conséquent volontairement été limitée aux *XIX<sup>ème</sup>* et *XX<sup>ème</sup>* siècles.

Par ailleurs, le principe des quatre étapes de travail (Inventaire, collecte, analyse, traitement) a été repris. La recherche en archives a par conséquent débuté par la constitution d'un Etat Général des Sources (EGS), représentant l'inventaire général des documents d'archives potentiellement intéressants pour l'étude historique des crues, sur les cours d'eau qui nous intéressent.

#### **2.3.2.1 Phase d'Inventaire : Etablissement de l'Etat Général des Sources**

L'EGS a été entrepris en exploitant les fonds d'archives identifiés lors des travaux antérieurs menés en France, notamment sur l'Isère et l'Ardèche. Il regroupe finalement 652 cotes (hors archives de presse), réparties de la façon suivante (la liste détaillée a été placée en annexe A) :

- Archives départementales : 419 cotes.
- Archives Nationales : 89 cotes.
- Archives de la DDE : 66 cotes.
- Fonds M.PARDE : 46 cotes.
- Fonds historique de l'ENPC : 20 cotes.
- Bibliothèque Nationale de France : 12 cotes.

L'EGS repose donc en grande partie sur les fonds des archives départementales. Toutefois, il ne faut pas en conclure trop hâtivement que les autres fonds n'ont qu'un intérêt annexe : l'apport des différents fonds d'archives tient beaucoup moins au nombre de documents présents, qu'à la nature et à la richesse des informations apportées par ces documents. Dans ce type de reconstitution historique, l'apport d'un fonds d'archives ne peut donc être évalué qu'à l'issue de la collecte et de l'analyse des documents.

### **2.3.2.2 Phase de Collecte : Recensement et référencement des documents dignes d'intérêt**

La collecte des documents présentant un réel intérêt pour l'étude des crues nécessite de consulter une à une l'ensemble des cotes identifiées dans l'EGS. Dans la pratique toutefois, certaines catégories de cotes ont pu parfois être rapidement écartées, la consultation des premières de ces cotes mettant en évidence l'absence d'intérêt des documents présents. Dès qu'un dossier d'archives fournissant une information utile était trouvé, il a été répertorié et est devenu une "référence documentaire". Le nombre de ces références devenant très rapidement important, leur contenu exact a été décrit de façon détaillée dans une base de données (qui intègre également une table de l'ensemble des cotes de l'EGS), ce qui a également permis de rattacher chaque référence aux cours d'eaux concernés ainsi qu'à une liste de mots clés. La base de données finalement obtenue, dont la structure est représentée sur la figure 2.12, permet donc une interrogation thématique par cours d'eau et mots clés, permettant de se repérer rapidement parmi la quantité importante de références documentaires identifiées (261 références recensées à ce jour).

Ce nombre de références documentaires, si on le compare par exemple au cas de l'étude de l'Ardèche (1299 références extraites d'un Etat Général des Sources regroupant 766 cotes), pourrait paraître faible. Il n'en est rien en réalité : cette différence dans le nombre de références extraites est due à un choix méthodologique. Dans le cas de l'étude de l'Ardèche chaque "référence" correspondait à un document précis, une cote de l'EGS pouvant produire plusieurs dizaines de références. Dans le cas du travail mené ici, chaque cote de l'EGS a été scindée en au plus deux ou trois références. Chaque "référence documentaire" correspond par conséquent le plus souvent à une liasse de documents, dont l'intérêt pour l'étude des crues est décrite de façon aussi synthétique que possible dans la base de données (par exemple : "Dossiers d'autorisation d'aménagements sur le cours d'eau. Avec un profil en travers à Lastours indiquant la cote PHE de 1874").

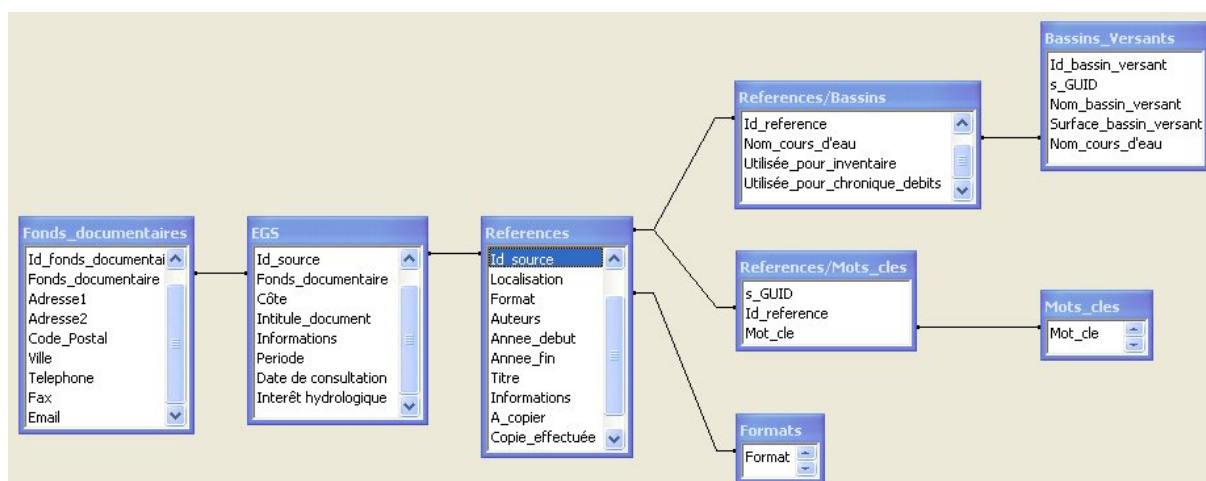


FIG. 2.12 – Structure de la base de données utilisée pour la description des références documentaires, lors de la phase de collecte.

Ce regroupement des références permet d'avoir une vision plus synthétique de l'ensemble des documents d'archives à exploiter, et relatifs à un cours d'eau. Naulet [2002] remarquait d'ailleurs, dans le cas de l'Ardèche, la nécessité d'acquérir une bonne connaissance globale des informations contenues dans les références documentaires, avant de pouvoir les exploiter correctement. Dans notre cas, une interrogation de la base de données aboutit environ à une cinquantaine de références documentaires pour un cours d'eau (contre 1299 rappelons dans le cas de l'étude de l'Ardèche), ce qui facilite une vision globale des informations disponibles. L'inconvénient est que les références documentaires sont décrites de façon moins précise dans la base de données. Seule l'information essentielle y est incluse, par exemple l'indication de la cote plus hautes eaux d'une crue. En revanche, le détail de tous les plans concernant le cours d'eau (et pourtant utiles pour la connaissance de la topographie) ne peut être décrit.

Par ailleurs, la spécificité de la recherche historique menée dans l'Aude, par rapport aux travaux antérieurs, est que les bassins versants concernés présentent des surfaces beaucoup plus limitées : le bassin le plus important, celui du Lauquet, draine une surface de  $180 \text{ km}^2$  environ au point de jaugeage, alors que l'Ardèche par exemple représentait une surface de plus de  $2000 \text{ km}^2$ .

Si les fonds documentaires exploités ont été sensiblement les mêmes dans les deux cas, leur richesse et leur intérêt peut s'avérer totalement différente selon l'importance du cours d'eau étudié. Dans la suite de ce chapitre nous allons par conséquent décrire, pour chaque fonds exploré, la nature des documents et des informations collectés, les services qui les ont produits ainsi que l'utilité de ces documents pour la reconstitution historique des crues.

La recherche historique étant volontairement limitée aux  $XIX^{\text{eme}}$  et  $XX^{\text{eme}}$  siècles, les fonds relatifs à l'ancien régime n'ont pas été explorés. Le lecteur ne devra par conséquent pas être surpris de ne pas retrouver ces fonds dans le descriptif qui suit.



### 2.3.3 Les archives départementales de l'Aude

Comme nous l'avons déjà vu les archives départementales de l'Aude, basées à Carcassonne, ont produit la grande majorité des cotes présentes dans l'Etat Général des Sources (419 cotes sur un total de 652). Ces cotes se sont avérées déterminantes pour la reconstitution des crues très anciennes, tout particulièrement celles ayant eu lieu au *XIX<sup>eme</sup>* siècle.

Le cadre de classement de ce fonds, commun au niveau national, se présente sous forme de séries thématiques. Les séries pouvant présenter un intérêt pour l'étude des crues ont, comme nous l'avons déjà vu, été mises en évidence lors des travaux antérieurs : S (travaux publics), O (administration communale), M (administration générale et économie), W (versements postérieurs à 1940).

#### 2.3.3.1 Les séries S et Sw

La série S regroupe l'ensemble des fonds relatifs aux travaux publics. La grande majorité des documents qu'elle renferme provient des services des Ponts et Chaussées, une partie également des services de l'Agriculture, des Eaux et Forêts. Aux archives départementales de l'Aude, la série Sw, pour sa part, contient des documents similaires, mais dont le versement aux archives départementales est postérieur à 1940 (ces mêmes documents se retrouvent parfois, dans d'autres départements, dans la série W).

#### a Archives du service hydraulique des Ponts et Chaussées

Ce service, créé dans l'Aude peu avant 1850<sup>4</sup>, en complément du service ordinaire des Ponts et Chaussées, était en charge de la gestion des cours d'eau ainsi que des voies navigables. Aux archives départementales de l'Aude, les cotes correspondantes sont pour l'essentiel classées en distinguant les "canaux et rivières navigables" des "cours d'eau et rivières non navigables".

Sur les quatre petits cours d'eau (non navigables) qui nous intéressent, le service hydraulique des Ponts et Chaussées a eu pour mission essentielle d'assurer la Police de l'Eau, mission qui revêtait une importance toute particulière à une époque où les cours d'eau étaient très utilisés, pour l'irrigation des terres, mais également pour entraîner les nombreux moulins et usines. Jusqu'à la mise en place de l'électrification (début du *XX<sup>eme</sup>* siècle), ces différentes activités utilisant les cours d'eau se gênaient parfois mutuellement, rendant nécessaire le rôle d'arbitrage et de contrôle joué par l'administration, comme en témoignent les nombreux dossiers traités relatifs à des plaintes de particuliers. Dans le département de l'Aude, la gestion par l'administration de l'utilisation des cours d'eau s'est nettement renforcée dès la mi-*XIX<sup>eme</sup>*, probablement en liaison avec la création du service hydraulique des Ponts et Chaussées. On retrouve ainsi dans la série S, l'ensemble des dossiers de régularisation des barrages existants, puis d'autorisation concernant les

---

<sup>4</sup>la mise en place officielle des services hydrauliques des Ponts et Chaussées date de 1848 au niveau national. Mais cette mise en place était prévue et préparée depuis 1799.

nouveaux barrages établis sur les cours d'eau. Les premiers de ces dossiers datent de la première moitié du *XIX<sup>ème</sup>* siècle mais leur nombre augmente très fortement après 1850. Ces dossiers sont généralement classés sous l'appellation "Usines et moulins", ou "Cours d'eau et usines", et présentent l'énorme avantage d'avoir été classés par cours d'eau. Ils contiennent presque systématiquement, pour chaque ouvrage traité, des plans détaillés permettant de connaître, localement, la section du cours d'eau ainsi que son profil en long. Ces plans, d'une qualité remarquable, sont dans un premier temps établis en cotes relatives (jusqu'à la fin du *XIX<sup>ème</sup>* siècle), ce qui ne permet pas de faire le lien entre des plans établis successivement dans le temps. Toutefois, dans le cas de l'Orbiel, un règlement général du cours d'eau a été mis en place dès 1850, et intègre le profil en long de tout le cours d'eau ainsi que la description (avec profils en travers) de l'ensemble des ouvrages existants. Ce document ne comporte malheureusement pas de cotes de crues historiques. Outre les autorisations relatives aux barrages, on retrouve également dans les dossiers de la Police de l'Eau, l'ensemble des autorisations relatives à des aménagements effectués par des particuliers sur les cours d'eau : renforcement et protection des rives, établissement des ponts et passerelles pour accès à des propriétés riveraines. Ces dossiers figurent dans les inventaires sous l'appellation "Police de l'Eau - réglementation des cours d'eau". Là encore chaque dossier traité renferme généralement des plans, avec, dans le cas des passerelles et ponts, des cotes de crues servant à la justification de la section donnée à l'ouvrage. Ces cotes sont le plus souvent données sans date précise, avec la mention "cote des plus hautes eaux", ou "cote des grandes eaux extraordinaires". Il arrive tout de même que la date de la crue soit indiquée : ces documents deviennent alors particulièrement précieux puisque ils permettent à eux seuls d'estimer le débit de pointe de la crue concernée. Quelques exemples de plans issus de la série S sont présentés sur la figure 2.13.

Le service hydraulique des Ponts et Chaussées a également joué un rôle important dans tous les projets d'ouvrages d'art franchissant les cours d'eau (Ponts de chemin de fer, voirie vicinale et départementale). Il émettait systématiquement un avis sur la section à donner aux ouvrages (le "débouché linéaire", i.e. la largeur de la section, et le "débouché superficiel", i.e. la surface de la section), avis souvent étayé par les cotes atteintes par les crues historiques. Ces documents ne sont malheureusement pas regroupés au sein de cotes uniques, et sont généralement annexés aux dossiers relatifs à la construction de chaque ouvrage, dans les cotes issues du service ordinaire des Ponts et Chaussées ou du Service Vicinal, ce qui rend leur recherche plus laborieuse. Il existe une exception toutefois : les avis relatifs à la construction de certaines lignes de chemin de fer, qui ont été regroupés au sein de quelques cotes précises sous la dénomination "Service hydraulique - Ouvrages d'Art généralités".

## **b Archives du service ordinaire des Ponts et Chaussées**

La série S contient également les dossiers issus du service ordinaire des Ponts et Chaussées, dans lesquels se trouvent notamment l'ensemble des documents relatifs à la construction et à l'entretien des grands axes routiers (routes d'intérêt national). Dans ces dossiers, les cotes

## 2.3 Les fonds exploités pour l'étude des cours d'eau de l'Aude : origine, contenu, et intérêt

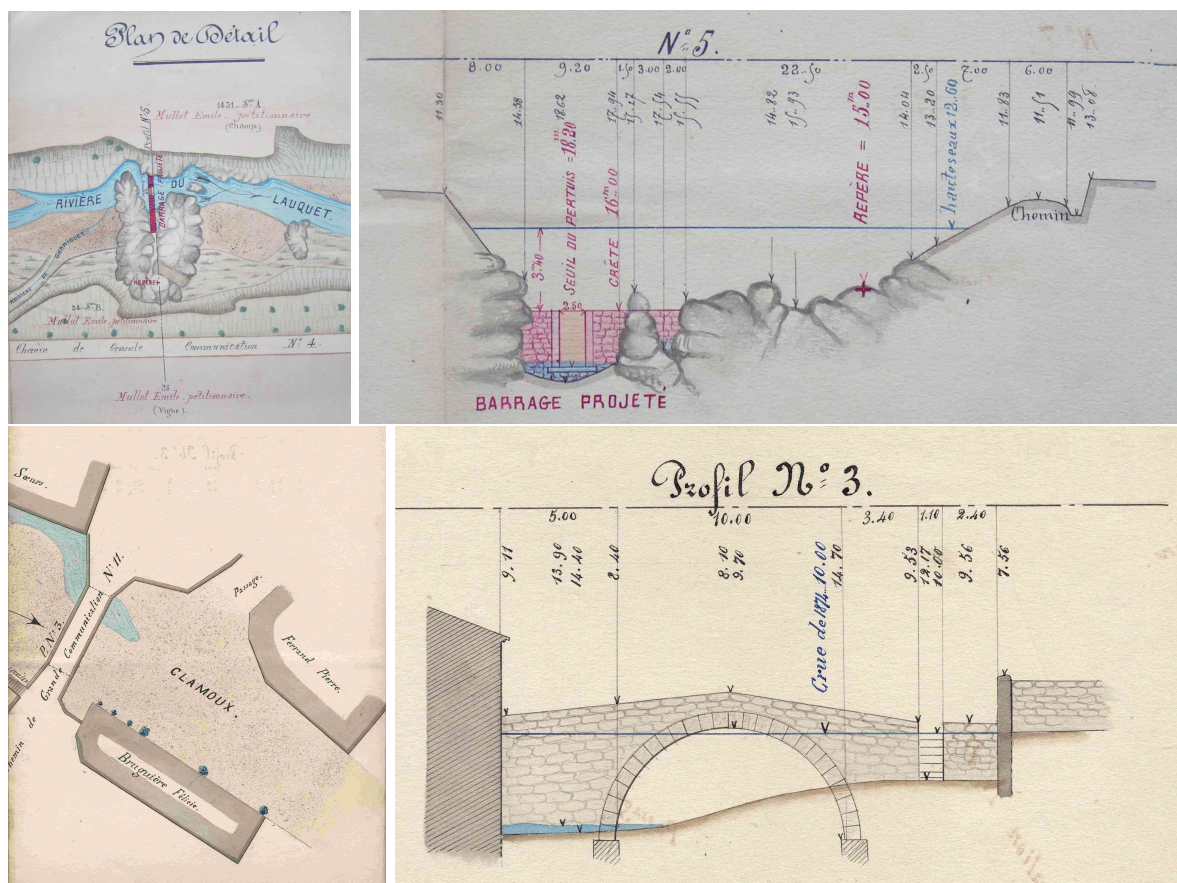


FIG. 2.13 – Exemples de profils en travers indiquant la cote de crues historiques, issus de la série S aux archives départementales de l'Aude.

relatives aux ouvrages de franchissement des cours d'eau s'avèrent les plus intéressantes, car elles permettent de retracer l'histoire des ouvrages, et des modifications successives de leur section (éventuellement lorsque ceux-ci ont été emportés par une crue), rendant plus facilement exploitables les repères de crue souvent retrouvés sur ces ouvrages. De plus, les plans successifs qu'elles contiennent comportent assez fréquemment des cotes de crues historiques. Les dossiers relatifs aux travaux sur la voirie peuvent également s'avérer intéressants lorsque la voie concernée longe un des cours d'eau étudiés : les remblais et murs de soutènements sont alors parfois emportés par les crues, et l'on retrouve les dossiers relatifs à la reconstruction de ces murs, avec parfois la cote atteinte par la crue ayant occasionné des dégâts.

Les dossiers relatifs aux axes secondaires, et établis par le service vicinal (service qui ne dépendait pas des Ponts et Chaussées, jusqu'en 1940), ont pour leur part été transférés dans la série O (classement par commune).

### 2.3.3.2 Les séries O et Ow

La série O regroupe l'ensemble des cotes relatives à l'administration communale. De même que pour la série Sw, la série Ow correspond, aux archives départementales de l'Aude, à des versements effectués après 1940. Le cadre de classement diffère quelque peu entre ces deux séries (O et Ow). Dans la série O le classement est effectué par commune, et pour chacune d'entre elles les cotes sont réparties entre les thèmes "comptabilité communale", "délibérations du conseil municipal", et "vicinalité". C'est cette dernière catégorie (représentant au plus 5 à 6 cotes par commune), qui regroupe l'ensemble des dossiers de travaux effectués sur la voirie communale (y compris les ponts). Ces dossiers ont été établis par le Service Vicinal, service distinct de celui des Ponts et Chaussées jusqu'au milieu du *XX<sup>ème</sup>* siècle (la gestion des chemins vicinaux et départementaux n'a été acquise qu'en 1940 par les services des Ponts et Chaussées). Dans la série Ow, les cotes présentes, là encore issues du Service Vicinal, correspondent en quasi totalité à des travaux sur voirie départementale, mais sont cette fois classées par numéro de voie.

Le cadre classement des série O et Ow fait qu'il est relativement aisé d'y retrouver les archives relatives à la construction des ouvrages d'art et à l'entretien du réseau routier secondaire. Dans la série O ces dossiers sont inclus dans les cotes relatives à la "vicinalité". La recherche dans la série Ow nécessite, au préalable, de retrouver l'ancienne dénomination des axes routiers qui s'avèrent intéressants (comportant des franchissements ou longeant le cours d'eau étudié), ces dénominations ayant souvent changé plusieurs fois au cours du temps. Ceci s'avère relativement aisé, les cotes de la série O relatives à la vicinalité comportant généralement des plans de chaque commune, précisant la dénomination de l'ensemble des voies à une date donnée.

Les dossiers présents sont très similaires à ceux trouvés dans la série S relatifs aux axes routiers d'intérêt national : présence quasi systématique de plans, avec dans le cas des ouvrages d'art le rapport du service hydraulique des Ponts et Chaussées relatif à la section à donner à l'ouvrage, ainsi souvent que quelques cotes de crues historiques.

### 2.3.3.3 La série M

Cette série, issue des services de la préfecture, présente une sous série (7M) relative aux "Calamités publiques, sinistres et événements malheureux". Les dossiers présents concernent le recensement par l'administration des dégâts occasionnés par les catastrophes de toute nature (grêle, incendie, inondations, etc..) en vue d'une indemnisation des victimes par l'Etat. Dans l'Aude, le recensement ayant fait suite aux inondations de 1930 représente la grande majorité des dossiers présents.

Ces recensements étaient effectués via les communes et comportaient le chiffrage des dégâts, sans grand détail sur la nature de ceux-ci. Ces recensements présentaient en effet un caractère statistique et il est probable que la description des dégâts servant au chiffrage ne dépassait pas, dans la plupart des cas, l'échelon communal (certains dossiers relatifs à ces recensements ont

été retrouvés dans des archives communales, mais ont été jugés trop vagues pour apporter un réel complément d'information sur le niveau des crues). L'information présente dans la série M a donc un caractère très synthétique et qualitatif (généralement le montant des dégâts par commune). Elle peut éventuellement permettre de hiérarchiser certaines crues, en fonction des dégâts occasionnés, mais ne présente presque aucun intérêt pour la reconstitution des débits de pointe des crues historiques.

### 2.3.3.4 La série W

La série W regroupe en théorie l'ensemble des documents concernant la période post-1940, toutes administrations confondues. Toutefois, en pratique, il arrive que cette série soit constituée d'une collation des versements effectués aux archives départementales après 1940. Or la pratique des différentes administrations françaises fait que les documents versés peuvent parfois concerner des périodes très anciennes. Il n'est donc pas rare que des documents datant d'avant 1940 soient incorporés dans la série W, dans l'attente d'un reclassement dans les séries auxquelles ils correspondent réellement. Dans le cas de l'étude de l'Ardèche par exemple, la série W regroupait une part importante des cotes identifiées dans l'EGS, ces cotes pouvant concerner des périodes remontant jusqu'au début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle [Naulet et al., 2001].

Toutefois, dans le cas des Archives départementales de l'Aude, le travail de reclassement des documents anciens versés après 1940 a bien été réalisé, donnant lieu par exemple aux séries Sw et Ow. Les documents présents dans la série W, concernent donc exclusivement la période post-1940. Pour beaucoup ces documents recoupent donc la période de jaugeage des cours d'eau étudiés (installation des stations de mesure, suivant les cas, entre 1962 et 1968). Ces documents présentent malgré tout un intérêt potentiel, en particulier pour l'étude des crues ayant eu lieu entre 1940 et le début des mesures systématiques.

Dans l'Aude, le classement de la série W est effectué par administration d'origine, mais un inventaire par thèmes (remis à jour récemment) existe également. La recherche dans cette série a donc été menée à la fois à partir des inventaires relatifs à certaines administrations (Préfecture : cabinet, sous-préfecture de Limoux, police administrative, économie et subventions, urbanisme et environnement, secrétariat général, collectivités territoriales, protection civile ; Conseil Général : cabinet, SDIS<sup>5</sup>, services techniques ; DDE ; DDAF et Statistique agricole ; CODIS<sup>6</sup>), et à partir de l'inventaire thématique pour certains thèmes spécifiques (Agriculture, Forêts, Environnement protection de la nature et météorologie, Equipement travaux publics et aménagement du territoire, Protection civile et sinistres, Transports et voies de communication, Collectivités territoriales, Police administrative).

Les cotes identifiées dans l'EGS sont issues en grande majorité de la préfecture, et dans une moindre mesure de la DDE, de la DDAF et du conseil général. Comme dans le cas de la série

---

<sup>5</sup>Service Départemental d'Incendie et de Secours

<sup>6</sup>Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours

M, les dossiers issus de la préfecture contiennent pour l'essentiel des documents à caractère statistique concernant les dégâts occasionnés par les crues, et leur indemnisation, ainsi que des dossiers relatifs à l'attribution de subventions à différents projets d'aménagement. Ces dossiers ne présentent que très rarement des éléments techniques. Quelques cotes relatives à la police de l'eau (beaucoup plus rares toutefois que dans la série S) sont présentes dans les fonds de la DDAF. Enfin, les aménagements effectués sur la voirie se trouvent dans les fonds de la DDE et du conseil général.

D'une façon générale très peu de documents d'intérêt réel ont été tirés de la série W. La plupart des cotes présentes recourent la période de jaugeage des cours d'eau et présentent de ce fait un intérêt moindre. De plus, on peut également remarquer que beaucoup de cotes présentes dans la série W n'ont pas encore atteint leur délai de communicabilité (30 ans dans la plupart des cas).

Le seul document ayant réellement apporté un complément d'information est une étude hydro-géologique de 1972 relative aux pertes de la Clamoux, retrouvée dans les fonds de la préfecture, et qui a permis de comprendre le rôle important joué par le karst dans le comportement hydrologique de l'Orbiel et de la Clamoux.

#### **2.3.4 Les Archives Nationales**

Les archives nationales regroupent, dans la série F, l'ensemble des versements effectués par les ministères depuis la fin de l'ancien régime. Trois sous séries présentent un intérêt potentiel pour l'étude des crues :

- la série F10, relative au ministère de l'Agriculture
- la série F14, relative au ministère des Travaux Publics
- la série F20, dénommée "Statistiques", provenant du ministère de l'Intérieur et du ministère du Commerce et des Travaux Publics.

Le très grand nombre de cotes présentes (en particulier pour la série F14 qui en comporte plus de 22000) rend la recherche dans ce fonds relativement laborieuse. En effet, celle-ci peut s'effectuer à la fois au travers d'inventaires complets, mais très volumineux, ou bien grâce à des inventaires thématiques, mais qui ne concernent en général qu'une partie du fonds (plus de 20 inventaires différents pour la série F14). Quelques uns de ces inventaires thématiques se sont tout de même avérés particulièrement utiles, par exemple celui intitulé "Moulins et usines hydrauliques situées sur des cours d'eau non navigables ni flottables", établi en 1981, qui ne concerne qu'un nombre de cotes très limité de la série F14, mais comporte un classement par nom de cours d'eau qui facilite grandement la recherche.

Par ailleurs, nous devons ici signaler qu'une partie du fonds des Archives Nationales, situé au Centre des Archives Contemporaines de Fontainebleau, n'a pas été exploité. Ce fonds ne présente en effet aucun inventaire, en dehors des bordereaux de versement. De plus, il n'est accessible

qu'en petite partie. Ce fonds comporte probablement des documents concernant l'hydrométrie et la météorologie. Il comprend en particulier une importante quantité de documents versés par Météo-France.

### 2.3.4.1 La série F14

Cette série présente l'avantage d'avoir intégré les multiples évolutions à l'origine de la création du ministère des Travaux Publics. En effet les services de Ponts et Chaussées dépendaient à l'origine du ministère de l'Intérieur, et ont à plusieurs reprises changé de tutelle avant la création définitive du ministère des Travaux publics en 1836. Par la suite ce ministère a continuellement évolué, intégrant puis se séparant des attributions liées à l'Agriculture et à l'Industrie notamment. La série F14 regroupe finalement l'ensemble des documents versés par l'administration des Ponts et Chaussées, indépendamment de ces évolutions. La seule exception concerne les archives des bureaux finalement passés sous tutelle du ministère de l'Agriculture (Ministère plusieurs fois regroupé avec les travaux publics jusqu'à sa création définitive en 1881), qui ont constitué la série F10.

#### a Les dossiers des Ingénieurs des Ponts et Chaussées

La série F14 est tout d'abord constituée, pour une part importante, des dossiers individuels relatifs aux personnels du ministère et notamment (les plus abondants) aux ingénieurs des Ponts et Chaussées. Le contenu de ces dossiers a été examiné pour une dizaine d'ingénieurs des Ponts et Chaussées ayant exercé au *XIX<sup>ème</sup>* siècle dans l'Aude. Ces dossiers auraient en effet pu contenir certains des rapports techniques marquants établis par chacun de ces ingénieurs. En réalité les dossiers consultés se sont avérés avoir un caractère purement administratif, et la recherche dans cette voie a par conséquent été rapidement abandonnée. Ces dossiers ont tout de même largement contribué à reconstituer l'historique des services des Ponts et Chaussées dans l'Aude, les décisions de nomination des ingénieurs successifs étant généralement accompagnées d'un descriptif des attributions du service concerné. C'est ainsi que l'on voit apparaître dès 1850 le service Hydraulique des Ponts et Chaussées, puis dès le début du *XX<sup>ème</sup>* siècle le service Hydrométrique, qui devient par la suite service Hydrométrique et d'Annonce des crues.

#### b Les archives du Conseil Général des Ponts et Chaussées

La série F14 renferme également l'ensemble des archives du conseil général des Ponts et Chaussées. Ce fonds se présente sous forme de registres annuels (complets depuis 1814) incluant d'une part l'enregistrement des affaires soumises au conseil, et d'autre part les délibérations correspondantes. Aucun classement thématique ou géographique n'existe. La consultation de l'ensemble de ces registres n'a pas été entreprise, l'apport de ces dossiers paraissant très incertain et relativement marginal (au mieux quelques affaires relatives aux cours d'eau de l'Aude, sans certitude de disposer du détail technique du dossier). Ce choix est d'autant plus justifié que certaines des affaires qui ont été examinées par le Conseil Général des Ponts et Chaussées ont été

retrouvées par ailleurs, dans d'autres cotes des séries F14 et F10 (sans garantie d'exhaustivité toutefois).

### **c L'organisation des services locaux**

La série F14 présente également quelques cotes relatives à l'organisation des services locaux. La consultation de ces dossiers (ainsi que des dossiers individuels des ingénieurs des Ponts et Chaussées), a permis de retracer rapidement un historique certes incomplet, mais très utile, des services ayant pu produire des données dans le département de l'Aude.

Le service Hydraulique des Ponts et Chaussées existait notamment dès 1850. Il était basé à Montpellier et avait en charge les départements du Gard, de l'Hérault et de l'Aude. Ce service était très probablement relayé localement par les services ordinaires des Ponts et Chaussées, puisqu'à cette époque déjà les documents retrouvés aux archives départementales de l'Aude, et établis à Carcassonne, sont à en tête du service Hydraulique des Ponts et Chaussées. A partir 1874, le service hydraulique pour l'Aude est rattaché directement au service ordinaire des Ponts et Chaussées de l'Aude, et dirigé par l'ingénieur en charge de ce service. A partir de 1901, la dénomination service Hydraulique de l'Aude disparaît et deux services distincts sont créés : le service Maritime et le service Hydrométrie. Enfin, en 1919, l'appellation service Hydrométrie et d'Annonce des Crues apparaît. Si les attributions du service Hydraulique sont assez évidentes, à savoir la Police de l'Eau pour l'essentiel, celles du service hydrométrie le sont moins, jusqu'en 1919 où la mission d'annonce des crues apparaît très clairement. Il est possible que ce service ait, dans un premier temps, relayé le service des Grandes Forces Hydrauliques pour l'installation et le suivi de stations d'observation sur les différents cours d'eau de l'Aude.

Des archives relatives à certains Services d'Annonce des Crues sont également présentes, mais n'incluent malheureusement pas le service de l'Aude. Le dossier relatif au service d'annonce des crues des bassins du Tech, de la Têt et de l'Agly, contient par exemple des informations très intéressantes sur les cotes plus hautes eaux de plusieurs crues historiques.

### **d Les archives issues des Services Hydrauliques des Ponts et Chaussées**

Les inventaires de la série F14 ont révélé quelques cotes relatives à l'aménagement des cours d'eau de l'Aude, et aux usines et moulins installés sur ces cours d'eau. Les dossiers présents sont issus du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées (dossiers incluant le descriptif, la justification, et les plans détaillés de certains aménagements projetés). Ils concernent généralement des affaires qui ont été examinées par le Conseil Général des Ponts et Chaussées. Quelques-uns des plans présents indiquent la section et la cote hautes eaux de crues historiques. Toutefois ces mêmes plans sont également présents aux archives départementales, et de ce point de vue la série F14 n'a donc pas réellement apporté un complément d'information.



### 2.3.4.2 La série F10

La série F10 renferme l'ensemble des cotes issues du ministère de l'Agriculture. Ce ministère a été séparé une première fois de celui des Travaux Publics en 1839, puis a été à nouveau regroupé avec ce dernier, avant d'acquérir son indépendance définitive en 1869. Il a versé aux archives nationales certaines cotes dignes d'intérêt pour l'étude des crues, qui sont liées à son activité dans le domaine de l'hydraulique agricole. En 1881, une Direction de l'Hydraulique Agricole a d'ailleurs été créée à l'occasion d'un changement d'attributions du ministère, l'ancien ministère de l'Agriculture et du Commerce devenant ministère de l'Agriculture.

#### a Services de l'Hydraulique Agricole

On trouve dans les inventaires de la série F10 plusieurs cotes relatives à la police de l'eau, et en particulier à la réglementation de barrages et de prises d'eau dans le département de l'Aude. Ces cotes couvrent la période 1840 - 1920. Les documents sont en général à en tête du service hydraulique des Ponts et Chaussées de l'Aude, témoins d'une collaboration toujours étroite entre les services des Travaux Publics et ceux de l'Agriculture. Les bureaux de l'hydraulique agricole, dépendant du ministère de l'Agriculture, ont très probablement été longtemps relayés sur le terrain par le service hydraulique des Ponts et Chaussées. Une fois de plus, les dossiers comportent souvent les plans détaillés des aménagements projetés.

#### b Services des Grandes Forces Hydrauliques

Toujours en liaison avec l'activité du Ministère de l'Agriculture dans le domaine hydraulique, la série F10 comprend certaines cotes relatives à la création et au fonctionnement des services de Grandes Forces Hydrauliques. Ces services, créés en 1903 pour la région des Alpes (Grandes Forces Hydrauliques du Sud Est), et des Pyrénées (Grandes Forces Hydrauliques du Sud Ouest), et en 1914 pour le Massif Central, avaient pour mission de favoriser l'utilisation des cours d'eau non navigables pour la production électrique, qui connaissait à l'époque un essor important. Outre le recensement des installations existantes, ces services ont essentiellement mené d'importantes campagnes de jaugeages et de mesures de façon à préciser le régime des cours d'eau et à identifier les sites potentiellement intéressants pour la production d'électricité. Ainsi, à partir de 1905 et jusque dans les années 1920, des résultats de mesures journalières de débit ont été publiés chaque année pour un nombre important de cours d'eau. Une station a notamment été installée en 1917 à Lastours sur l'Orbiel. Cette station a été emportée par la crue de 1930.

Les cotes présentes aux Archives Nationales n'incluent pas le détail des publications effectuées par les services des Grandes Forces Hydrauliques, mais simplement des documents relatifs à l'organisation de ces services, des statistiques sur les résultats obtenus, ainsi que le recensement des installations de production électrique en 1918. Certaines des publications des services des Grandes Forces Hydrauliques ont été retrouvées dans le fonds M.Pardé, mais elles ne comprennent pas les mesures effectuées sur l'Orbiel.

A ce jour, les archives des services des Grandes Forces Hydrauliques, et en particulier celles concernant l'Orbiel, si elles existent toujours, n'ont pas pu être localisées. Le service du Sud-Ouest ou des Pyrénées ayant été installé à Toulouse, certaines archives pourront éventuellement être retrouvées aux archives départementales de Haute-Garonne. Il est également possible que ces archives soient présentes dans les fonds du Centre des Archives Contemporaines de Fontainebleau (cf. paragraphe 2.3.4).

### **2.3.4.3 Bilan concernant l'apport des Archives Nationales**

Les fonds des Archives Nationales se sont essentiellement avérés utiles pour la connaissance et la reconstitution de l'historique des services producteurs de données. Ils ont par exemple permis de préciser la période de création du service hydraulique des Ponts et Chaussées dans l'Aude (probablement peu avant 1850), ou encore du service des Grandes Forces Hydrauliques des Pyrénées.

Toutefois, ce fonds n'a pas apporté d'informations techniques essentielles permettant l'identification des crues historiques et la reconstitution de leurs débits de pointe. Les rares dossiers à réel caractère technique, présentant des plans et quelques cotes de crues historiques, se sont, dans le cas des quatre cours d'eau étudiés, avérés redondants avec ceux présents aux archives départementales. En effet ces dossiers ont été établis par les services locaux (Ponts et Chaussées ou Agriculture).

Ces dossiers concernent manifestement des affaires ayant été examinées par le Conseil Général des Ponts et Chaussées. Partant de ce constat, les archives du Conseil Général des Ponts, présentes et manifestement très complètes, auraient également pu être examinées en totalité. Toutefois, le volume de documents présent nous a paru disproportionné en regard des informations que l'on était susceptible d'y trouver, pour les quatre cours d'eau étudiés : le nombre d'affaires examinées concernant ces cours d'eau a de toute évidence été très faible, et les dossiers techniques correspondant doivent, sauf exception, être retrouvés aux archives départementales.

### **2.3.5 Les archives et données détenues par les services déconcentrés de l'Etat**

#### **2.3.5.1 Les archives anciennes non reversées aux archives départementales**

Les services locaux de l'état conservent généralement un fonds d'archives anciennes, comprenant des documents qui s'avèrent toujours utiles aujourd'hui au fonctionnement des services. Ceci est souvent le cas notamment dans les services d'annonce des crues, qui souhaitent conserver une trace des événements de crue passés. Ce constat, déjà effectué dans le cas de l'étude historique des crues de l'Ardèche, se retrouve dans le cas de l'Aude : la DDE de l'Aude, au travers de son bureau d'annonces des crues mais également du bureau de prévention des risques (en charge de l'élaboration des PPRI), conserve un certain nombre d'archives datant pour les plus anciennes de la mi-*XIX<sup>eme</sup>*, probablement la période où les premières observations suivies ont été organisées sur la rivière d'Aude par le service Hydraulique des Ponts et Chaussées.

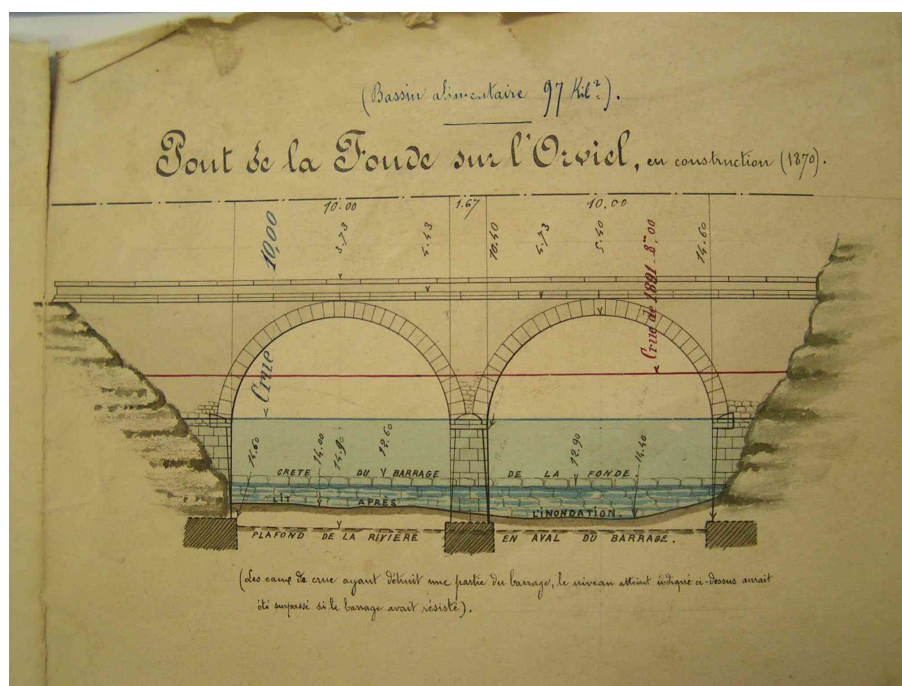


FIG. 2.14 – Exemples de profil en travers d'un ouvrage d'art sur l'Orbiel (Pont de La Fonde), qui présente les cotes atteintes par les crues de 1874 et 1891. Ce plan, issu du service hydraulique des Ponts et Chaussées, a été retrouvé dans les archives de la DDE

Aucun cadre de classement n'existe pour ce fonds, pas plus qu'un inventaire des documents présents. Toutefois, ceux-ci peuvent être consultés en totalité, leur quantité étant limitée (66 cotes dans l'Etat Général des Sources).

La DDE a effectué, à partir de ce fonds d'archives, un premier recensement des dates de crues historiques sur l'Aude et certains de ses affluents (dont la Salz, Le Lauquet, et l'Orbiel), ainsi que des niveaux atteints aux échelles de crue lorsque cette information était disponible. Ces inventaires de crues ont servi de base à la reconstitution historique menée ici : ils ont été vérifiés dans un premier temps puis complétés à partir des informations fournies par les autres fonds d'archives.

Outre le simple recensement des crues, certains des documents présents dans le fonds de la DDE se sont avérés très utiles pour l'estimation ultérieure des débits de pointe (les inventaires initiaux de la DDE ne comprenaient pas d'estimations de débits) : plans recensant les cotes plus hautes eaux des crues de 1872 et 1874 sur l'ensemble des ouvrages d'art routiers par exemple, avec parfois également les cotes des crues de 1820 et 1891 (un exemple est présenté sur la figure 2.14) ; profils en long de la plupart des cours d'eau du département, établis dans les années 1930, avec indication de certains repères de crues ; également certains tableaux de la fin du *XIX*<sup>ème</sup> siècle recensant les échelles de crue avec des indications sur leur position.

Le fonds comporte également les registres de crue établis par les observateurs lors des événements ayant déclenché la procédure d'annonce des crues. Les observations y sont généralement consignées à un pas de temps horaire, dès que les seuils d'alerte sont dépassés. Le premier de ces registres débute en 1891 mais ne comporte que des observations effectuées sur la rivière Aude. Les lectures effectuées sur la Salz à Couiza (station intégrée très tôt à la mission d'annonce des crues) apparaissent dès 1932. Par la suite en 1953 apparaissent les lectures sur le Lauquet. Des lectures effectuées sur l'Orbiel et la Clamoux sont parfois également présentes, mais de façon beaucoup plus épisodique.

### **2.3.5.2 Les données récentes**

#### **a Les stations limnigraphiques**

Le service d'annonce des crues de la DDE de l'Aude gère un réseau de stations limnigraphiques, dont les mesures sont archivées en continu (depuis 1962 à 1968 suivant la date d'installation des limnigraphes). Ces données ne sont informatisées que depuis une période très récente mais les archives papier sont en revanche complètes et facilement consultables. Les cours d'eau que nous étudions possèdent tous, ou ont possédé jusqu'à une période récente, une station limnigraphique, ce qui a permis de disposer d'un échantillon de mesures systématiques d'environ 30 ans dans chaque cas.

La DIREN<sup>7</sup> possède également quelques stations sur ces cours d'eau (à Malves sur la Clamoux et à Greffeil sur le Lauquet). Les données enregistrées par ces stations n'ont pas été récupérées, en effet les sites de mesure concernés s'avèrent très éloignés des secteurs finalement retenus, sur chaque cours d'eau, pour la reconstitution des débits des crues historiques (Villeneuve Minervois dans le cas de la Clamoux, et Saint Hilaire - Verzeille dans le cas du Lauquet). Dans les deux cas les stations de la DDE s'avéraient beaucoup plus proches du site retenu.

#### **b L'inventaire des repères de crue**

La DDE réalise actuellement, sur tous les affluents de l'Aude, un inventaire complet des repères de crues existants. Ces inventaires, achevés dans le cas de La Salz et du Lauquet, se sont avérés très utiles pour compléter les documents d'archives et préciser les cotes atteintes par certaines crues.

Dans le cas de l'Orbiel et de la Clamoux, les repères de crues ont été inventoriés lors d'une visite de terrain, sur la base des indications présentes dans les archives de la DDE, et grâce au concours de Magali Pons, qui a établi ces dernières années bon nombre de Dossiers Communaux Synthétiques dans les communes bordant ces deux cours d'eau, et qui connaissait déjà la plupart des repères de crues existants.

---

<sup>7</sup>Direction Régionale de l'Environnement

### 2.3.6 Les fonds spécifiques

#### 2.3.6.1 Le fonds Maurice Pardé

Le fonds Maurice Pardé regroupe l'ensemble de la documentation regroupée par cet éminent hydrologue au cours de sa carrière, dont il a fait don à l'université Joseph Fourier de Grenoble en 1966.

Ce fonds est actuellement conservé à l'Institut de Géographie Alpine à Grenoble. Il est constitué de deux parties :

- La Bibliothèque, qui comporte des ouvrages ainsi que des articles et publications issues d'auteurs divers. On trouve par exemple dans cette partie du fonds certaines des publications effectuées au début du *XX<sup>ème</sup>* siècle par les services des Grandes Forces Hydrauliques.
- Des Dossiers à caractère scientifique et pédagogique, dans lesquels Maurice Pardé a collationné l'ensemble des données et des informations recueillies au cours de ses travaux. On retrouve en particulier ici des dossiers "études de cas par crue", qui contiennent l'ensemble des informations ayant servi de base à certains des articles publiés par Pardé. En plus des manuscrits des articles, ces cartons contiennent les échanges de courriers avec les services ayant fourni des informations, et les notes de terrain de Pardé. Le contenu de ces dossiers est donc généralement plus complet que les données, sélectionnées, publiées dans les articles. On retrouve par exemple parmi ces dossiers ceux concernant les crues de 1932 et 1940 dans les Pyrénées Orientales (les cours d'eau concernés sont le Tech, la Têt, et l'Agly), et celui concernant les crues de 1930 dans le sud-ouest de la France.

#### a La Bibliothèque

Cette partie du fonds regroupe un nombre important de publications des services des Grandes Forces Hydrauliques, disponibles par exemple pour les départements de l'Ariège et de l'Aude pour les années 1911, 1912, et 1915 à 1918. Ces publications auraient pu s'avérer d'une grande utilité, malheureusement la seule station dont les résultats auraient pu être particulièrement intéressants pour notre étude, celle installée à Lastours sur l'Orbiel en 1917, n'est que citée dans les publications de 1917-1918, et aucun résultat de mesures effectuées à cette station n'est présent. Nous ignorons à ce jour si les services des Grandes Forces Hydrauliques ont effectué par la suite d'autres publications concernant l'Aude, et si celles-ci incluaient les mesures effectuées à Lastours.

Le fonds des ouvrages contient également des "annuaires hydrologiques de la France", publiés à partir de 1939 et jusqu'en 1968 par le secrétariat d'état à la production industrielle, qui citent également la station de Lastours. Toutefois aucun résultat de mesure n'est publié dans ces annuaires qui ne constituent qu'un inventaire synthétique des stations de mesure existant en France.

Enfin, le fonds des ouvrages contient quelques cotes présentant un intérêt pour l'étude des cours d'eau de l'Aude :

- Une publication des services de Restauration des Terrains en Montagne, datant de 1911 et concernant exclusivement le département de l'Aude, donne une description détaillée des terrains présents dans chaque bassin versant, de leur vulnérabilité aux pluies en fonction de la végétation présente, avec dans chaque cas le détail des surfaces concernées, et enfin le programme de protection des terrains à prévoir. Ce document présente de nombreuses planches photographiques. Il s'avère très précieux pour évaluer l'évolution dans le temps de la couverture végétale des bassins versants, et l'influence qu'elle a pu avoir sur le régime des cours d'eau.
- Un ouvrage détaillant les observations de précipitations effectuées entre 1783 et 1860 à Castelnaudary, Carcassonne, Limoux, Arquette, Sallèles, Narbonne, La Nouvelle, et Perpignan. Les relevés y sont mensuels.
- Dans les “tirés à part”, un fascicule intitulé “Etudes hydrologiques sur les rivières Françaises du sud-ouest”, comprend des indications intéressantes concernant les services producteurs de données concernant les cours d'eau : services des Grandes Forces Hydrauliques puis cinquième circonscription électrique.

## **b Les dossiers**

Les dossiers scientifiques contiennent relativement peu d'informations concernant les affluents de l'Aude. Seules les études de cas concernant les crues de 1930, 1932, et 1940 s'avèrent d'une certaine utilité. Elles contiennent en particulier des données pluviométriques intéressantes. Les cotes atteintes par certains cours d'eau affluents de l'Aude lors de la crue de 1940 sont également présentes. Ces cotes ont vraisemblablement été transmises par les services des Ponts et Chaussées, et se trouvent également dans les archives de la DDE. En ce qui concerne les crues de 1932 et 1930, celles ci sont décrites de façon beaucoup plus qualitatives, avec uniquement quelques indications sur les dégâts occasionnés par les différents cours d'eau. La description de la crue de 1932 concerne surtout les cours d'eau des Pyrénées Orientales (Tech, Têt, et Agly), le versant nord de Corbières et la Montagne Noire semblant avoir été nettement moins touchés par cet événement.

### **2.3.6.2 Le fonds historique de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées**

L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées conserve un important fonds historique, qui s'est avéré très utile par exemple lors de la reconstitution historique des crues de l'Ardèche [Naulet et al., 2001]. L'exploitation de ce fonds s'avère relativement aisée, grâce à la présence d'un inventaire informatisé. On peut également signaler que la partie de ce fonds contenant les Manuscrits (l'autre partie étant constituée par les Ouvrages), présente des dossiers classés par cours d'eau (et également par ingénieur).

Le nombre de cotes examinées dans ce fonds s'est finalement avéré relativement limité (20 cotes issues de ce fonds dans l'état général des sources). Certains des documents consultés présentent un réel intérêt, mais ils restent toutefois à caractère assez général et concernent souvent le département ou la rivière d'Aude dans son intégralité, voire même la région Languedoc. Aucun document réellement spécifique aux quatre cours d'eau étudiés n'a été trouvé.

Parmi les documents les plus intéressants, on peut citer les suivants :

- L'ouvrage de M. Champion "Les inondations en France depuis le *VI<sup>ème</sup>* siècle" (achevé en 1862) qui constitue un large recensement des crues historiques, à l'échelle de tout le territoire Français. Cours d'eau par cours d'eau, l'ouvrage détaille, de façon très qualitative, l'historique des crues recensées. Il comporte par ailleurs, dans son dernier volume, un inventaire alphabétique récapitulatif des cours d'eau évoqués et des dates de crues correspondantes. Toutefois, seuls les principaux cours d'eau français sont traités. Un chapitre évoque par exemple des crues de l'Aude, mais les seuls rares affluents cités sont la Cesse, l'Ognon, et l'Argent Double. Aucune information n'est fournie en ce qui concerne les crues de la Salz, du Lauquet, de l'Orbiel et de la Clamoux. Cet ouvrage n'en présente pas moins un grand intérêt pour l'étude d'autres cours d'eau. Il a d'ailleurs été récemment réédité, sous forme numérique, par le CEMAGREF.
- Deux rapports de M. Belgrand sur les inondations de 1875 et 1876, avec indication des cumuls de pluie à l'échelle régionale, ainsi que l'article de Maurice Pardé (également présent dans le Fonds Pardé) sur le genèse des inondations de mars 1930 dans le sud-ouest de la France, avec là encore des indications sur la pluviométrie.
- Plusieurs ouvrages du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, à caractère méthodologique, concernant l'hydro-métrie et l'annonce des crues, les techniques de jaugeage rapide des crues, la vitesse de propagation des crues, ou encore l'influence de l'aménagement des bassins (forêts, barrages réservoirs) sur les crues.
- Un bulletin météorologique du département des Pyrénées Orientales pour les années 1872 à 1882, 1886, 1888, et 1890, ainsi qu'un ouvrage intitulé "Les Pyrénées Orientales et leur hydrologie". Il est peut-être utile de préciser ici que l'amont du bassin de la Salz est limitrophe des Pyrénées Orientales, et qu'une bonne partie du massif des Corbières draine ses eaux vers l'Agly, l'un des trois principaux cours d'eau des Pyrénées Orientales.

Pour conclure on peut dire que le fonds historique de l'ENPC, s'il ne s'est pas avéré déterminant pour la reconstitution historique des crues des petits cours d'eau de l'Aude, a apporté des compléments d'information tout à fait intéressants. Toutefois la taille des bassins étudiés dans notre cas semble trop réduite pour que le fonds contienne des informations détaillées concernant ces cours d'eau.

### 2.3.6.3 Les archives d'EDF

Electricité de France conserve un fonds d'archives relatif aux anciennes sociétés de production d'électricité, nationalisées en 1946. Ces usines étaient pour la plupart entraînées par des barrages,

et pouvaient de ce fait être affectées par les crues. Les archives correspondantes présentent donc un intérêt potentiel pour l'étude des crues historiques.

Toutefois, l'inventaire de ce fonds<sup>8</sup> montre que les documents présents, qui couvrent la première moitié du *XX<sup>ème</sup>* siècle, se limitent le plus souvent aux procès verbaux des assemblées générales et conseils d'administration. Ils comportent également les dossiers d'indemnisation établis lors de la nationalisation. Ces documents n'ont manifestement aucun caractère technique. De plus, dans le cas du département de l'Aude, les six usines concernées ne sont pas situées sur les cours d'eau que nous avons décidé d'étudier.

## 2.4 Synthèse de l'apport des différents fonds d'archives exploités

Nous avons déjà pu remarquer que le nombre de cotes figurant dans l'Etat Général des Sources est très différent d'un fonds d'archives à l'autre, mais que cela ne permet pas pour autant de juger du potentiel informatif de ces différents fonds. Ce n'est qu'à l'issue de l'ensemble de la procédure d'Inventaire-Collecte-Analyse-Traitement qu'il est possible de connaître la nature, ainsi que l'utilité des informations apportées par chacun des fonds exploités.

La nature des informations présentes a déjà été décrite aux paragraphes précédents. En revanche, nous n'avons pas encore réellement quantifié le volume d'information, au sein de chaque fonds, qui a finalement été valorisé et a permis la constitution des chroniques de crues historiques, qui seront présentées au chapitre suivant.

L'ensemble des références documentaires, identifiées lors de la phase de collecte et décrites dans la base de données, n'ont en effet pas nécessairement été valorisées lors des étapes suivantes de la reconstitution historique. La phase d'analyse a par exemple permis le recoupement et la critique de ces références, et donc l'abandon de certaines d'entre-elles. La redondance fréquente de l'information d'une référence à l'autre a alors pu constituer un moyen de confirmer l'information. A l'issue de cette phase d'analyse, les informations recueillies et jugées fiables, ont permis de dresser un inventaire des dates des crues importantes sur chaque cours d'eau étudié.

Ce n'est que par la suite, lors de la phase de traitement, que l'estimation du débit des différentes crues identifiées a été entrepris. Lors de cette phase, seule une petite partie des références documentaires retenues à l'issue de l'analyse ont été utilisées. En effet, beaucoup de ces références fournissaient des informations redondantes, et la nature de cette information était rarement adaptée pour l'estimation du débit. La reconstitution du débit de pointe des crues historiques nécessite en effet des informations très spécifiques sur le niveau atteint par les crues, les sections d'écoulement et la topographie du cours d'eau notamment, et beaucoup de références à caractère purement qualitatif n'ont par conséquent aucune utilité lors de ce travail.

---

<sup>8</sup>Mémoire écrite de l'électricité et du Gaz - Les archives des anciennes sociétés - Tomes 1 et 2. EDF.



L'utilisation de la base de données des références permet de retracer l'évolution des documents utilisés au cours de la procédure d'Inventaire-Collecte-Analyse-Traitement. Les cotes de l'EGS retenues en phase de collecte sont aisément identifiables car elles ont été décrites dans la base de données sous forme de références documentaires. De plus, les références retenues et utilisées lors des phases d'analyse et de traitement ont également été repérées dans la base de données. Il est donc possible de recenser, à chaque étape de la recherche historique, les références documentaires qui ont été valorisées. Les références retenues lors de la phase d'analyse représentent la totalité des documents ayant fourni une information jugée fiable, même minime, sur les crues. Parmi ces documents, les références utilisées lors de la phase de traitement représentent les documents réellement utiles pour l'établissement des chroniques de débits de pointe des crues historiques.

Cet exercice d'analyse a posteriori des informations tirées de chaque fonds d'archives présente un intérêt méthodologique important, dans la mesure où il est susceptible d'identifier les fonds qui regroupent la majorité de l'information concernant les crues, dans le cas des petits cours d'eau, qui, nous l'avons vu, constituent un cas particulier par rapport aux travaux antérieurs.

### **2.4.1 L'intérêt limité de certains fonds d'archives pour l'étude des petits cours d'eau**

Le tableau 2.1 permet, dans un premier temps, d'examiner les cotes de l'EGS qui ont été sélectionnées à l'issue de la phase de collecte. Ce tableau présente la répartition, par fonds documentaires, des cotes dont l'intérêt a été jugé réel, et qui sont donc devenues des références documentaires décrites en détail dans la base de données. La lecture de ce tableau montre par exemple que parmi les cotes identifiées aux archives de la DDE, la quasi totalité (62 sur 66) ont été jugées dignes d'intérêt après consultation, ce qui témoigne de la qualité informative des fonds conservés dans ce service. Aux archives départementales, un grand nombre de cotes sont jugées inutiles après consultation, mais le nombre de cotes finalement retenues reste très élevé (117). Le fonds Maurice Pardé comprend également un nombre significatif de cotes présentant un intérêt (20 au total soit la moitié environ des cotes identifiées dans l'EGS). En ce qui concerne la BNF, l'ENPC, et les Archives Nationales en revanche, le nombre de cotes retenues après la phase de collecte s'avère déjà très faible. Il convient de préciser que dans le cas de la BNF, les cotes relatives à la presse régionale n'ont pas été incluses dans l'EGS (il en est par ailleurs de même pour les Archives départementales). On peut aussi remarquer que dans le cas des Archives Nationales la quasi totalité des cotes identifiées a été éliminée après consultation, alors que le nombre de cotes identifiées au départ était relativement élevé.

Le tableau 2.2 permet de poursuivre l'analyse en présentant l'utilisation qui a été faite des références documentaires lors des phases d'analyse et de traitement. Il convient de remarquer que, dans ce tableau, une référence documentaire unique, mais se référant à plusieurs cours d'eau, a été comptée autant de fois que de cours d'eau concernés. Pour cette raison, le nombre total de références documentaires présentées est différent dans les tableaux 2.1 et 2.2. Il apparaît très

Fonds documentaire	Nombre de cotes identifiées dans l'EGS	Nombre de cotes retenues après collecte	Nombre de références documentaires extraites des cotes retenues
Archives départementales de l'Aude	419	117	123
Archives de la DDE	66	62	89
Archives nationales	89	12	13
Bibliothèque Nationale de France	12	7	7
Fonds M.Pardé	46	20	24
Fonds historique de l'ENPC	20	4	5
Total	652	222	261

TAB. 2.1 – Répartition, par fonds documentaire d'origine, des cotes de l'EGS ; Nombre de cotes jugées intéressantes après la phase de Collecte ; Nombre de références documentaires définies à partir de ces cotes.

nettement dans le tableau 2.2 que les apports des Archives Nationales (2 références valorisées au total), de la BNF, du fonds historique de l'ENPC, se sont avérés tout à fait marginaux (de 0 à 3 références documentaires effectivement valorisées) lors des phases d'analyse et de traitement, ce qui confirme ce que l'on pouvait déjà supposer à l'issue de la phase de collecte : il semble que ces fonds regroupent majoritairement des documents de portée assez générale, et ne sont donc pas à même de fournir des informations précises et détaillées sur des cours d'eau d'aussi petite taille que l'Orbiel, la Clamoux, la Salz, ou le Lauquet. On peut remarquer que dans le cas de l'étude de l'Ardèche, cours d'eau beaucoup plus important, les résultats étaient tout à fait différents : le fonds de l'ENPC par exemple avait permis de retrouver des documents très précieux concernant la topographie ancienne du cours d'eau [Naulet, 2002].

Le tableau 2.2 confirme également que les fonds des Archives Départementales et de la DDE se sont avérés tout à fait déterminants, puisque plus de 90 références ont pu être valorisées dans chacun de ces fonds lors de la phase d'analyse. Toutefois, une bonne partie des références initialement identifiées n'ont finalement pas été utiles en phase de traitement, ce qui illustre la nécessité d'effectuer un tri au sein de fonds d'archives relativement riches en information.

#### 2.4.2 Le nombre limité et le regroupement des cotes contenant l'essentiel de l'information

De façon à affiner l'analyse précédente, il est possible d'examiner l'origine (quelles séries ? quels types de fonds ? quels services producteurs ?) des documents issus des Archives Départementales et des archives de la DDE, valorisés lors de la phase de traitement (phase qui a donné lieu à l'estimation des débits de pointe des crues historiques). Certaines séries de documents s'avèrent-elles plus riches que d'autres ? Une méthode peut-elle être définie pour le choix des cotes à inclure dans l'EGS ? Puis par la suite pour l'ordre de consultation de ces cotes ?

## 2.4 Synthèse de l'apport des différents fonds d'archives exploités

Fonds documentaire	Nombre total de références documentaires	Nombre de références utilisées pour l'inventaire des crues	Nombre de références utilisées pour les chroniques de débit
Archives départementales de l'Aude	164	90	23
Archives de la DDE	139	92	56
Archives nationales	17	5	1
Bibliothèque Nationale de France	11	0	0
Fonds M.Pardé	38	7	2
Fonds historique de l'ENPC	8	0	0
Total	377	194	82

TAB. 2.2 – Répartition, par fonds documentaire d'origine, des références documentaires : Références utilisées pour l'inventaire des dates de crues (phase d'Analyse) et références utilisées pour l'élaboration finale de la chronique de débits (phase de Traitement)

Cours d'eau	Nombre total de références valorisées	dont série S Service Hydraulique	dont série S Service Ordinaire	dont série O Service vicinal	dont autres séries aux archives départementales	dont archives DDE
Orbiel	18	6	0	1	0	10
Clamoux	13	2	0	0	0	11
Salz	27	1	1	2	1	21
Lauquet	24	4	0	3	2	14
Total	82	13	1	6	3	56

TAB. 2.3 – Répartition, en fonction de leur provenance, des références documentaires utilisées pour l'élaboration finale de la chronique de débits historiques des quatre cours d'eau étudiés

Dans le cas des Archives départementales, le cadre de classement précis permet d'identifier facilement les séries documentaires qui ont fourni l'information déterminante pour la reconstitution des historiques de crues, ainsi que les services producteurs de données associés : le tableau 2.3 montre que pour chacun des cours d'eau étudiés, ce sont les séries S (pour la part provenant du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées) et O (part provenant du Service vicinal), qui ont fourni la plupart des références valorisées. A ces références s'ajoutent uniquement quelques rares références issues de la série M, contenant le détail des télégrammes envoyés à la préfecture, lors de chaque crue, par les services des Ponts et Chaussées, avec indication des cotes atteintes à différentes échelles. Curieusement, les fonds de la série S provenant du Service Ordinaire des Ponts et Chaussées n'ont fourni que très peu de références valorisées. Ceci s'explique toutefois aisément par le fait que les cours d'eau étudiés ne sont pas traversés par les grands axes de communication (Routes Nationales, voies de Chemin de Fer, etc..) dont le service ordinaire des Ponts et Chaussées était le gestionnaire.

Les archives de la DDE, pour leur part, ont fourni un nombre de références généralement important, par comparaison aux Archives Départementales. Toutefois il est important de remarquer que ces références incluent, dans chaque cas étudié, 5 à 9 références relatives aux stations limnigraphiques (classeurs de relevés limnigraphiques et descriptifs des stations et des jaugeages effectués), qui ne constituent pas réellement une information "historique".

Si le nombre de références issues des Archives départementales pourrait, par comparaison, paraître faible, il ne faut pas en conclure trop hâtivement que l'apport de ce fonds soit marginal. En dépit des apparences, ce sont bien les Archives Départementales qui ont fourni une grande partie des cotes de crues historiques ainsi que les éléments de topographie, ayant permis de réaliser des estimations de débits. Les références valorisées se sont effectivement avérées peu nombreuses, mais extrêmement riches en information. Dans le cas de la Salz, les fonds de la DDE ont également fourni un grand nombre de cotes de crues historiques, du fait de la présence des registres complets de lectures d'observateurs à l'échelle de Couiza, à partir de 1932. Toutefois ce cas peut être considéré comme une exception (la Salz faisait déjà partie du réseau d'annonce des crues à cette époque, ce qui est rare pour des cours d'eau de si petite taille).

## 2.5 Conclusions et enseignements pour les travaux futurs

Les résultats de la recherche menée dans l'Aude permettent de tirer un certain nombre d'enseignements méthodologiques concernant la reconstitution d'historiques de crues, dans le cas de petits cours d'eau.

La recherche a été entreprise à partir des fonds d'archives utilisés lors d'expériences précédentes, qui concernaient des cours d'eau plus importants. A l'issue de cette recherche, nous savons maintenant que l'étude historique des petits cours d'eau pourrait probablement être menée de façon plus efficace en privilégiant l'examen de certains de ces fonds, et en ciblant les cotes examinées en fonction du contexte rencontré.

Tout d'abord, il paraît évident que les premiers fonds à investiguer, et qui fourniront une grande majorité de l'information, sont les archives des services locaux de l'Etat chargés notamment de l'hydrométrie et de l'annonce des crues, ainsi que les Archives Départementales. Dans l'Aude ces fonds ont fourni à eux seuls une écrasante majorité de l'information historique finalement valorisable sous forme de chroniques de débits. Les autres fonds investigués (Archives Nationales, Fonds historique ENPC, Fonds Pardé) ne s'avèrent pas totalement inutiles, mais fournissent généralement une information à caractère beaucoup trop générale pour pouvoir être réellement valorisée dans le cas de l'étude de petits cours d'eau. Ces fonds peuvent cependant, de façon marginale, fournir quelques documents utiles à la reconstitution des chroniques de débits, et méritent à ce titre d'être examinés. Toutefois, dans un souci de gain de temps, il semble préférable de n'investiguer ces fonds que dans un deuxième temps, de façon à rechercher des informations éventuellement manquantes à l'issue de l'examen des archives départementales et des fonds des

services déconcentrés de l'Etat. Il en est de même pour la presse : si un examen systématique de celle-ci ne semble pas constituer une source d'information exhaustive et précise, elle pourra intervenir en complément de façon à affiner et à compléter une première reconstitution historique.

L'examen des fonds d'archives des services locaux de l'Etat s'avère laborieux en raison de l'absence de cadre de classement (du moins dans les cas étudiés), mais semble devoir être mené de façon poussée et sans trop chercher à sélectionner les documents examinés. En effet, en l'absence de réel classement, un mélange des dossiers et documents peut s'effectuer, et il paraît réellement utile, à l'issue de l'étude des quatre cours d'eau de l'Aude, d'examiner l'ensemble des documents présents, dans la mesure où le volume de ces fonds n'est pas réellement énorme (les 66 cotes identifiées à la DDE de l'Aude représentent l'ensemble des documents "anciens" qui ont pu être retrouvés, et la plupart d'entre eux ont fourni des références documentaires). Pour l'anecdote, nous signalerons ici qu'un des plans les plus riches en informations n'a été retrouvé qu'à notre troisième visite à la DDE, alors que nous pensions avoir à peu près fait le tour de ce fonds. Tout ceci amène à s'interroger sur la fragilité de ce type d'archives. En l'absence de conservation organisée des documents, les risques de pertes et destructions à l'avenir paraissent importants.

La recherche aux archives départementales, pour sa part, semble pouvoir être ciblée sur certaines séries, ou parties de séries, en fonction du contexte rencontré :

- L'examen de la série O par exemple ne semble s'avérer utile que lorsque le cours d'eau étudié est traversé par des ouvrages d'art, ou longé par des axes routiers n'appartenant pas au réseau national (les archives relatives au réseau national seront retrouvées dans la série S). Ainsi, un recensement préalable des ouvrages d'art et voies routières présentes permet de cibler rapidement les quelques cotes de la série O qui pourront s'avérer intéressantes. Dans le cas des quatre cours d'eau étudiés dans l'Aude, ces cotes concernaient généralement 3 à 4 communes, avec pour chacune d'entre elles 1 à 5 cotes relatives à la vicinalité (soit une dizaine de cotes au total). Parfois une à deux cotes concernant des voies départementales ont également été valorisées : la dénomination ancienne de ces voies a généralement été retrouvée dans les plans relatifs à la vicinalité communale, ce qui a facilité la recherche des cotes concernant ces voies.
- Au sein de la série S, les fonds à examiner en priorité sont ceux issus du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées. La richesse de ces fonds justifie qu'ils soient examinés en totalité. Dans le cas de archives départementales de l'Aude, ces fonds sont relativement aisément identifiables dans les inventaires car présentant des appellations assez évocatrices comme "Cours d'eau et Usines", "Navigation intérieure", "Police de l'eau", ou encore tout simplement "Service hydraulique". De plus, ces fonds présentent (toujours dans le cas des archives départementales de l'Aude) un classement par cours d'eau et par commune qui a permis de limiter de façon importante le nombre de cotes de l'EGS (élimination d'office des cours d'eau non étudiés ainsi que des communes trop éloignées de la zone d'étude, par exemple situées à l'extrême amont des cours d'eau étudiés). Au total, au sein de l'EGS les cotes issues du services hydraulique des Ponts et Chaussées représentent un total de 141 cotes.

Ces cotes sont, du fait de leur quantité, de loin les plus lourdes à examiner, mais la richesse des informations qu'elles peuvent contenir justifie pleinement leur consultation.

- Toujours au sein de la série S, les fonds issus du Service Ordinaire des Ponts et Chaussées, semblent, de la même façon que pour la série O, n'apporter une information utile qu'en fonction du contexte rencontré, et notamment de la présence, dans la zone d'étude, de grands axes de communication gérés par le Service Ordinaire et susceptibles d'être coupés ou endommagés lors des crues. Dans le cas des quatre cours d'eau que nous avons étudié, seule la Salz était dans ce cas (présence du pont de la RD118, ancienne RN118, à l'extrême aval de la zone d'étude).
- Enfin les autres séries (notamment M,W, et séries relatives aux Ouvrages reliés) doivent également être examinées mais la recherche dans ces séries a semblé moins laborieuse dans la mesure où les cotes pouvant se rapporter aux catastrophes naturelles et / ou aux cours d'eau étudiés se sont avérées relativement limitées en nombre. L'information apportée par ces séries est de plus restée très marginale.

En conclusion, on peut dire que, d'après l'étude menée sur les quatre cours d'eau Audois, la reconstitution historique des crues sur de petits cours d'eau ne semble reposer que sur un nombre de références documentaires très limité, et dont la provenance est assez facilement identifiable en fonction du contexte rencontré. L'étude de nouveaux cours d'eau dans l'Aude s'avèrerait probablement beaucoup plus rapide si elle était entreprise aujourd'hui. Le nombre de cotes à consulter pour un résultat complet ne semble pas devoir excéder la soixantaine par cours d'eau.



## Chapitre 3

# Vers une information exploitable en hydrologie : la reconstitution des débits de pointe des crues

### 3.1 Introduction

A l'issue du chapitre précédent, nous avons pu identifier les fonds d'archives qui contiennent des informations sur les crues historiques, et qui sont à privilégier dans le cas de l'étude de petits cours d'eau. En revanche, la manière dont cette information peut être exploitée par les hydrologues n'a pas encore été abordée. Pour présenter un réel intérêt en hydrologie, l'information historique sur les crues ne doit pas se limiter à un recensement des événements, mais doit également fournir des renseignements sur l'intensité des différentes crues (intensité qui est souvent représentée par le débit de pointe). Pour cela, les phases d'analyse et de traitement de l'information historique, évoquées au chapitre précédent, s'avèrent tout à fait déterminantes : elles permettent de passer d'une information à dominante qualitative, et spécifique à chaque crue, à une information quantifiée (estimation des débits de pointe, ou à défaut hiérarchisation des crues), permettant l'inter-comparaison des événements et l'étude statistique de leur occurrence.

Nous avons vu, au chapitre précédent, que bon nombre de travaux antérieurs n'ont pas pu aller jusqu'à la reconstitution du débit des crues historiques, et se sont contentés d'établir une hiérarchie entre les différentes crues. Pourtant, la connaissance du débit de pointe est bien une information essentielle, qui permet par exemple de relier les données historiques reconstituées, aux données récentes issues des stations de mesure. Les méthodes pouvant être appliquées pour l'estimation du débit de pointe des crues historiques sont diverses, et dépendent en premier lieu de la qualité des informations disponibles : depuis de simples formules pseudo-empiriques, on peut aller jusqu'à envisager une modélisation hydraulique complète d'un tronçon du cours d'eau, à condition toutefois de disposer d'une information suffisamment riche. Et dans le pire des cas, on ne peut guère que constater l'impossibilité d'effectuer une estimation de débit fiable.



Pour que les données historiques soient exploitables, il est également nécessaire que l'ensemble des événements ayant dépassé un certain seuil d'intensité soient recensés. Ce seuil d'intensité est généralement appelé "seuil de perception". Il peut bien évidemment varier en fonction du contexte, et doit être évalué compte tenu de l'ensemble des informations disponibles. Ceci constitue une étape importante du traitement de l'information historique.

Le présent chapitre est destiné à décrire, dans le cas de quatre cours d'eau Audois étudiés, de quelle manière l'information historique collectée a pu être mise à profit pour aboutir à des séries de données quantifiées et exploitables sur le plan hydrologique. Autrement dit, nous allons ici entrer dans le détail des phases d'analyse et de traitement de l'information historique. Les méthodes employées, lorsque cela était possible, pour l'estimation des débits des différentes crues historiques, vont en particulier être détaillées, ainsi que le choix des seuils de perception associés.

A l'issue de ce chapitre sont présentées les séries de données finalement reconstituées, et que nous utiliserons par la suite pour l'étude statistique de l'occurrence des crues.

## **3.2 Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques**

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, la phase d'analyse des références documentaires permet d'effectuer, dans chaque bassin, un premier recensement des événements de crue documentés. Pour chacune de ces crues, les informations disponibles sont regroupées ce qui permet le recoupement et la critique des différentes sources, de façon à ne finalement retenir que les informations jugées fiables. Lors de ce travail, une attention particulière est portée aux informations concernant les niveaux d'eau atteints, aux éléments permettant la comparaison entre les crues, et plus généralement à l'ensemble des informations relatives aux dégâts occasionnés, susceptibles d'apporter un éclairage sur l'intensité de chaque crue. Toutefois, l'analyse étant entreprise à l'échelle de l'ensemble des bassins versants, et en examinant la totalité des références documentaires correspondantes, les informations obtenues concernent généralement des secteurs très divers sur les cours d'eau étudiés.

Cette variabilité géographique de l'information, si elle s'avère peu gênante lors d'une première approche, qui vise simplement à identifier les dates des crues et à effectuer leur description qualitative, devient plus problématique lorsqu'il s'agit de quantifier, sous forme d'un débit de pointe, l'intensité de chaque crue. En effet, le débit des crues est directement dépendant de la surface drainée, à l'amont du point considéré. Selon la localisation de ce point, la hiérarchie existant entre les crues peut être totalement modifiée. Il serait donc totalement absurde, et incorrect d'un point de vue statistique, de vouloir associer et comparer les débits atteints en des points trop éloignés d'un même cours d'eau.

De façon à obtenir des jeux de données homogènes et réellement exploitables, il est nécessaire de regrouper géographiquement, autant que possible, les sections pour lesquelles sont effectuées les estimations de débits des crues historiques. Pour chacun des quatre cours d'eau que nous étudions, un "secteur d'étude" a donc été retenu, avec pour critères de choix la proximité d'une station de mesure de débit (permettant de disposer d'une chronique de mesures systématiques dans la période récente), la faible largeur des sections (secteurs "encaissés", facilitant l'estimation des débits de pointe), ainsi que la présence d'une quantité importante d'informations historiques. Certains documents d'archives, qui concernaient des sections éloignées de la zone finalement retenue, n'ont donc pas été valorisés. Dans ce paragraphe nous allons présenter, pour chaque cours d'eau, le secteur d'étude choisi, ainsi que les raisons qui ont conduit à ce choix.

Les secteurs d'étude retenus comportent tous une station de mesure ayant fonctionné en continu pendant une trentaine d'années au minimum. Seule la station de la Clamoux n'est plus en service aujourd'hui (série la plus courte avec 29 années de mesures). L'ensemble des limnigraphes papier sont archivés à la Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude, qui assure la gestion de ces stations. Ces mesures n'ont pas été numérisées et leur exploitation nécessite donc un important travail de dépouillement. Toutefois, ce travail est l'occasion d'effectuer une critique des mesures et d'identifier les dysfonctionnements des limnigraphes (notamment les fréquents phénomènes de "dérive"). D'autre part, les mesures de hauteur effectuées nécessitent, pour passer en débit, un travail de validation, voire de reconstitution, des courbes de tarage. Des courbes de tarage existent en effet pour chaque station, mais il est difficile de savoir sur quelles bases elles ont été établies. Le retour à l'information source, à savoir les jaugeages qui ont été effectués à chaque station, permet de poser un regard critique sur ces courbes, et notamment de distinguer la partie de ces courbes qui repose sur des mesures réelles de débit, de celle qui a été extrapolée. Les données de jaugeages permettent également de caler la formule de Manning Strickler, et d'obtenir ainsi un ordre de grandeur du coefficient de rugosité  $K$  pouvant être appliqué au lit mineur de chaque cours d'eau. L'application de la formule de Manning Strickler peut alors être confrontée à la partie extrapolée de la courbe de tarage, de façon à critiquer et/ou valider cette extrapolation.

En parallèle à la description des secteurs d'étude retenus, nous allons, dans ce paragraphe, détailler les caractéristiques de chaque station de mesure, les éléments connus concernant la courbe de tarage, et la manière dont les séries de débits systématiques ont finalement été obtenues dans chaque cas.

Enfin, nous verrons également que, malgré toutes les précautions prises, la surface drainée varie parfois de façon très sensible au sein de la zone d'étude retenue. Pour cette raison il a été nécessaire de retenir une méthode de normalisation des débits, de façon à rendre les données obtenues réellement comparables entre elles. Cette méthode de normalisation sera évoquée en fin de chapitre.

### 3.2.1 Cas de la Clamoux

#### 3.2.1.1 Secteur d'étude retenu

Une longue partie du cours de la Clamoux, située pour l'essentiel sur la commune de Cabrespine, s'écoule dans des gorges très encaissées. Dans ce secteur, la faible largeur des sections constitue un point favorable pour les estimations de débit. De plus, la présence de roche, souvent affleurante, laisse supposer une évolution du lit limitée au cours du temps. Toutefois, après examen des cotes d'archives (notamment les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées, dans la série S, aux archives départementales) relatives à la commune de Cabrespine, l'idée de retenir ce secteur a rapidement été abandonnée en raison de l'absence totale de documents retraçant les crues historiques. Ceci s'explique aisément en raison du faible nombre d'aménagements présents sur le cours d'eau dans ce secteur. Seuls deux ou trois barrages semblent avoir été établis au *XIX<sup>ème</sup>* siècle. Un vieux pont est également présent sur la Clamoux dans la traversée de Cabrespine, mais ne comporte pas de repère de crue. Les archives relatives à la construction de ce pont, sont peut être présentes aux Archives Départementales, dans la série O, mais n'ont pas été recherchées étant donné la faible quantité d'informations présente par ailleurs. D'autre part, un témoin indique qu'un pont, à tablier métallique, situé à l'amont du village, aurait été emporté par la crue de 1921 [Gaume, 2000]. Là encore, les archives relatives à ce pont n'ont pas été recherchées.

Les informations historiques concernant les crues de la Clamoux, sont en fait concentrées sur le secteur aval du cours d'eau. Un volume d'informations conséquent concerne notamment les communes de Bagnoles et surtout Villegly, où l'historien Jean Bénit a déjà réalisé un intéressant travail de recensement des crues historiques<sup>1</sup>, et où de nombreux repères de crue existent<sup>2</sup>. Toutefois, ces secteurs aval présentent un inconvénient majeur : l'extension du champ d'inondation dans ces zones rend l'estimation des débits très incertaine, voire impossible. A Villegly tout particulièrement, la confluence entre la Clamoux et la Ceize rend le site très complexe d'un point de vue hydraulique.

Finalement, un compromis a été trouvé dans le secteur de Villeneuve-Minervois, dont une carte est présentée sur la figure 3.1. Dans cette commune, située à la sortie des gorges, la Clamoux présente des sections encore suffisamment encaissées pour limiter le champ d'inondation. D'autre part, plusieurs barrages et moulins étaient présents à la fin du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, et quatre ponts routiers sont présents dans la traversée de la commune : l'un d'entre eux, situé à l'amont, à la sortie des gorges (sur la RD112 qui mène à Cabrespine), a accueilli la station de mesure installée sur ce cours d'eau jusqu'en 1992. Ce pont présente également un repère de la crue de 1940<sup>3</sup>. On trouve ensuite, dans la traversée de Villeneuve, un pont très ancien que nous nommerons par la suite "pont du Couvent", et à l'aval duquel plusieurs repères de crue sont présents en rive gauche<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup>référence documentaire n°123 : Archives départementales de l'Aude, cote 179PER1

<sup>2</sup>référence documentaire n°109 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>3</sup>référence documentaire n°110 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

Immédiatement à l'aval se trouve le pont de la RD111, qui a été emporté en 1999. Encore un peu plus à l'aval, un quatrième pont est présent, sur la RD620, et présente un repère de la crue de 1930<sup>4</sup>.

La surface drainée dans ce secteur varie relativement peu : de 42  $km^2$  au niveau du pont de la RD112 à 48  $km^2$  au niveau du pont de la RD620. Il aurait été envisageable d'étendre la zone d'étude à l'amont jusqu'à Cabrespine, la surface drainée variant également très peu au sein des gorges. Toutefois, l'absence d'informations historiques dans ce secteur ne justifiait pas cette extension.

### 3.2.1.2 La station de mesure de Villeneuve-Minervois

La station de Villeneuve-Minervois, fixée au pont de la RD112, a fonctionné de 1964 à 1992. Les figures 3.2 et 3.3 présentent des photographies ainsi qu'un schéma de la section actuelle. Un seuil bétonné, installé durant l'été 1966, était présent lors du fonctionnement de la station<sup>5</sup>. Il a été détruit depuis, mais les massifs en béton qui le bordaient subsistent, au niveau des rives (cf. figure 3.3). La présence de ce seuil permet de garantir l'absence de modifications significatives du lit au cours de la période de mesures. Les cotes du seuil et du zéro de l'échelle ont pu être retrouvées à la Direction Départementale de l'Equipement (l'échelle n'est plus présente aujourd'hui). Par ailleurs les cotes du tablier du pont ont été levées sur le site.

La banque Hydro du Ministère de l'Ecologie ne contient pas de courbe de tarage pour cette station. Mais deux courbes de tarage différentes ont tout de même pu être retrouvées dans les archives de la Direction Départementale de l'Equipement<sup>6</sup>. Ces courbes sont représentées sur la figure 3.4. Elles ont été établies à partir de 26 jaugeages, effectués dans une gamme de hauteurs d'eau allant de 0.25 m à 0.75 m. La zone non extrapolée de ces courbes de tarage a donc une extension très limitée. Toutefois, les crues enregistrées au cours de la période de mesures ne s'éloignent pas trop de cette zone : 11 crues maximales annuelles ont dépassé une hauteur de 0.80 m, mais seulement 3 ont dépassé les 1,10 m (la plus forte étant la crue de 1970, avec une hauteur de 1.20 m).

Par ailleurs, l'application de la formule de Manning Strickler n'est pas possible dans cette section, l'hypothèse d'uniformité du régime n'étant pas respectée (resserrement du lit, et présence du seuil). On peut d'ailleurs remarquer, sur la figure 3.5, que les vitesses jaugées sont très élevées, y compris pour des hauteurs d'eau faibles, probablement en raison de la présence du seuil. L'application de Manning Strickler nécessiterait, pour obtenir des valeurs de vitesses cohérentes avec les jaugeages effectués à une hauteur voisine de 0.75 m, de retenir une pente de la ligne d'eau très différente de celle du lit (2.5% contre 1.1 %), et de choisir un coefficient K élevé (25). Ceci confirme que cette formule n'est pas adaptée.

---

<sup>4</sup>référence documentaire n°72 : Direction départementale de l'Equipement de l'Aude

<sup>5</sup>référence documentaire n°61 : Direction Départementale de l'Equipement de l'Aude

<sup>6</sup>référence documentaire n°62 : Direction Départementale de l'Equipement de l'Aude

### 3.2 Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques

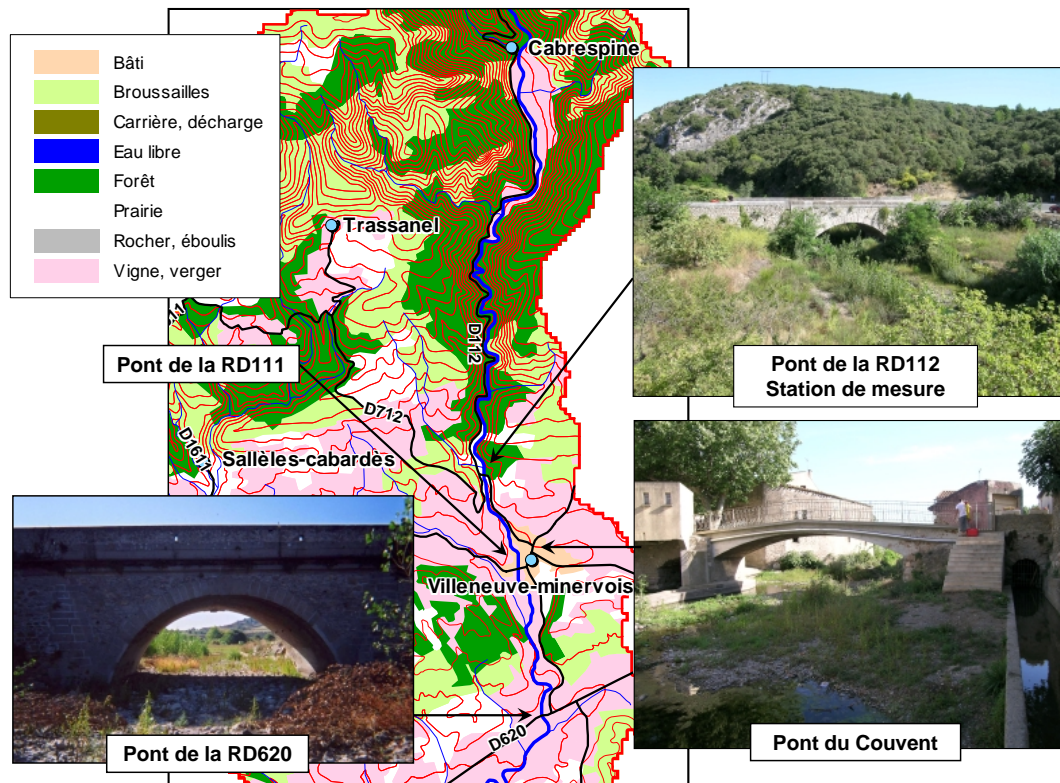


FIG. 3.1 – Carte du secteur d'étude retenu pour la Clamoux, et position des principaux ouvrages



FIG. 3.2 – Station de mesure de Villeneuve Minervois sur la Clamoux

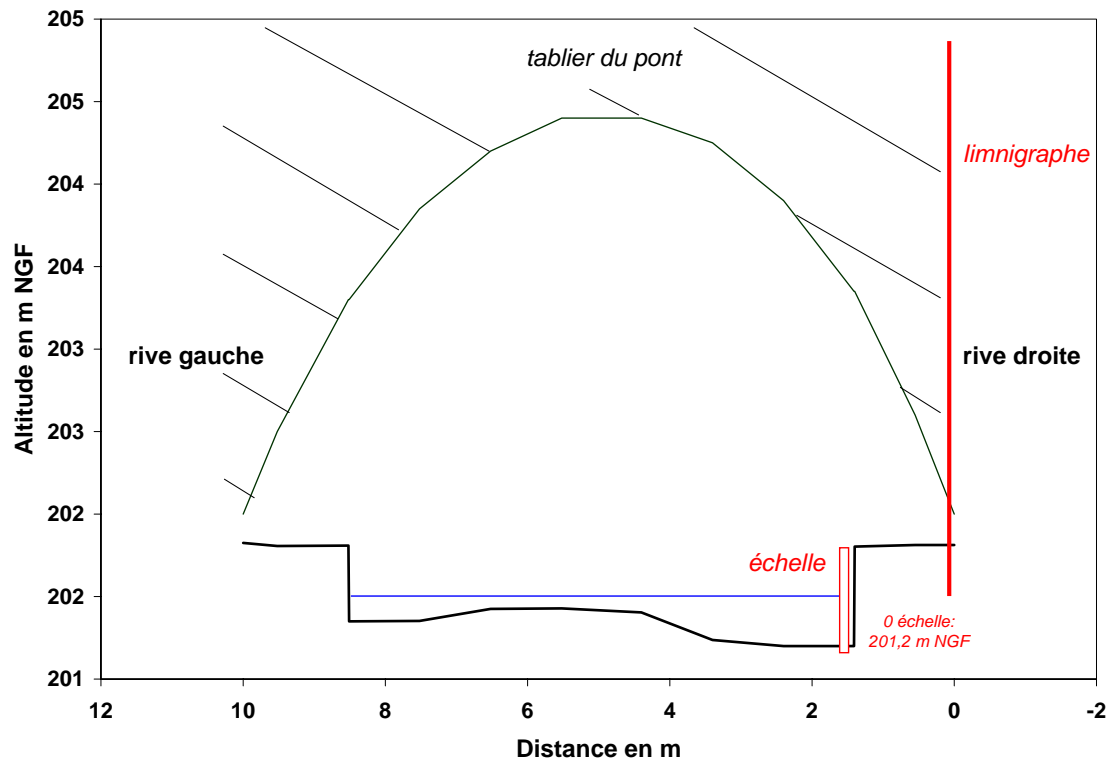


FIG. 3.3 – Station de mesure de Villeneuve Minervois sur la Clamoux - Schéma de la section

Finalement, pour cette station nous avons admis la validité de l'une des courbes de tarage existantes, y compris dans sa partie extrapolée. C'est la courbe n°1 qui a été utilisée, pour la conversion hauteur-débit de l'ensemble des crues mesurées. En effet, cette courbe correspond à des valeurs de vitesse moyenne dans la section qui nous semblent plus réalistes que pour la courbe n°2 (cf. figure 3.5).

Par ailleurs, la formule de Manning Strickler n'étant pas applicable, il n'a pas été possible d'estimer une valeur du coefficient de Strickler dans le lit de la Clamoux. Pour l'estimation du débit des crues historiques, les fourchettes de  $K$  retenues ont donc été basées sur la valeur de  $K$  calée pour l'Orbiel ( $K=17$ ), le lit de ce cours d'eau présentant un aspect très similaire à celui de la Clamoux.

### 3.2.2 Cas de l'Orbiel

#### 3.2.2.1 Secteur d'étude retenu

Comme dans le cas de la Clamoux, une partie importante du cours de l'Orbiel s'écoule dans des gorges encaissées, où la faible largeur du lit favorise l'estimation des débits de crue. De plus, dans ce secteur très rocheux, les évolutions du lit du cours d'eau dans le temps sont probablement assez limitées.

### 3.2 Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques

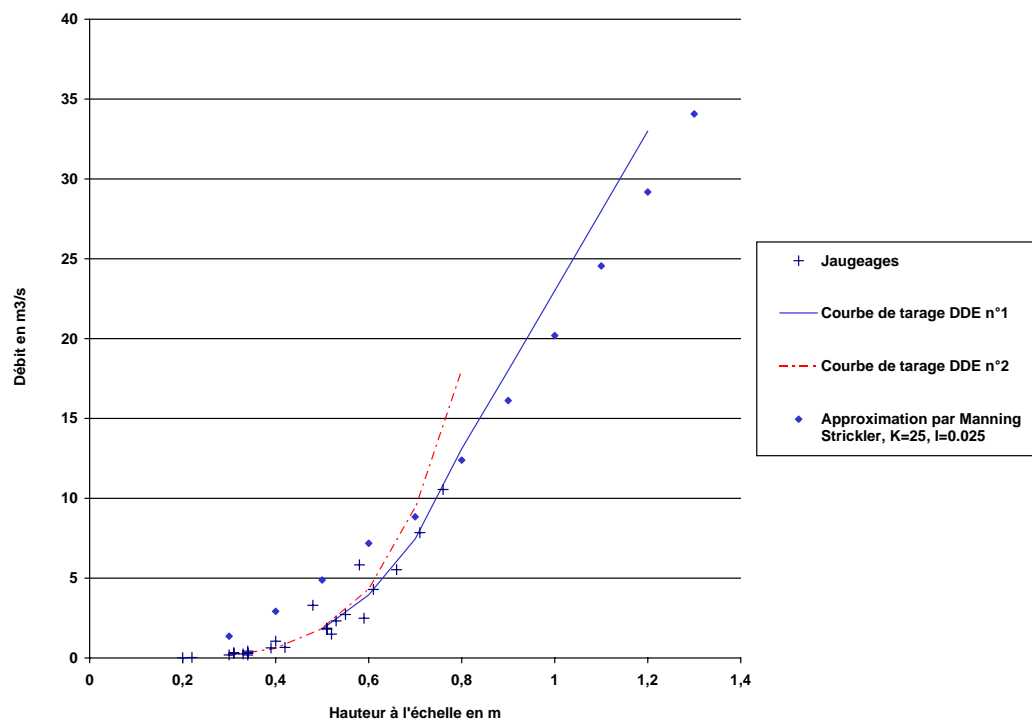


FIG. 3.4 – Jaugeages et courbes de tarage de la station Villeneuve Minervois sur la Clamoux

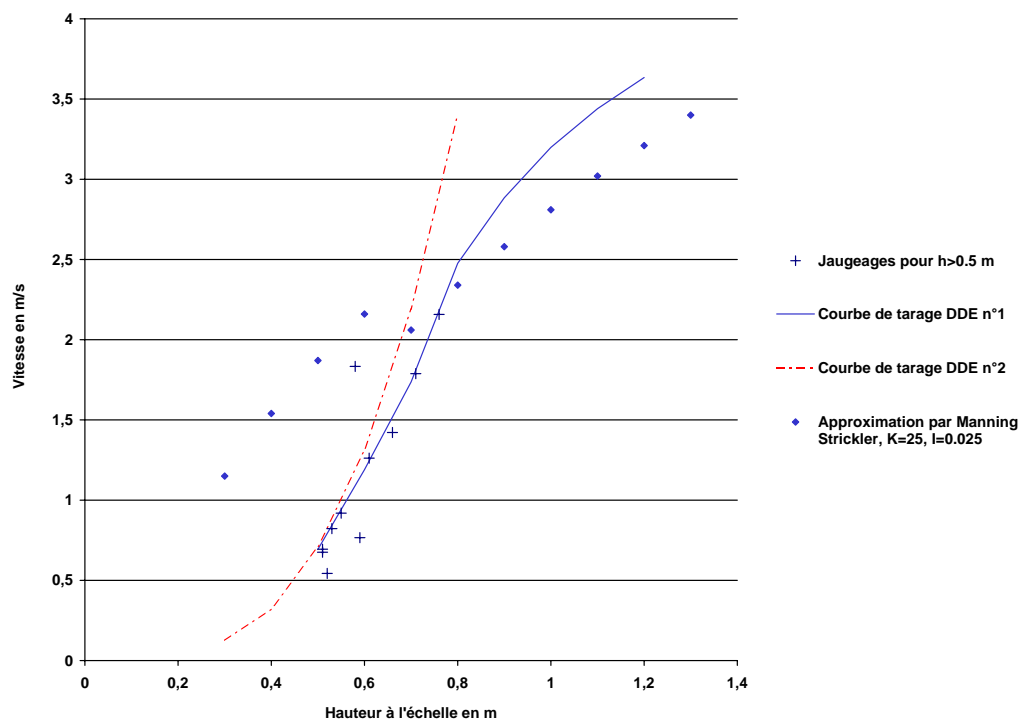


FIG. 3.5 – Evolution de la vitesse moyenne dans la section de la station Villeneuve Minervois sur la Clamoux

Ces gorges présentent enfin l'avantage d'avoir accueilli dans le passé une forte activité industrielle, qui utilisait le cours d'eau et a donné lieu à la production d'une importante quantité d'archives : des draperies étaient par exemple présentes à Lastours dès le début du *XIX<sup>eme</sup>* siècle ; à la Caunette, ce sont des mines qui ont prospéré au début du *XX<sup>eme</sup>* siècle ; à la fin du *XIX<sup>eme</sup>*, de nombreux moulins et barrages d'irrigation existaient en outre le long des gorges. Le règlement général des eaux de l'Orbiel<sup>7</sup>, approuvé en 1859, montre qu'à cette époque, l'Orbiel comportait, dans la traversée de la commune de Lastours, pas moins de 14 barrages sur un linéaire de 3750 mètres (soit un barrage tous les 270 m en moyenne). La présence de ces nombreux barrages peut s'avérer gênante lors de l'estimation du débit des crues, les vitesses d'écoulement étant difficiles à approcher dans la zone de remous des barrages. Toutefois, les plans d'archives indiquent fréquemment l'extension des remous, et comportent souvent des sections situées en dehors de ces zones. Les barrages présents sur l'Orbiel ont peu à peu disparu depuis le développement de l'électricité. Seuls quelques uns subsistent aujourd'hui.

Enfin, trois ponts traversent le cours d'eau dans ce secteur, sans compter les nombreuses passerelles piétonnières présentes dans le passé (dont beaucoup ont disparu aujourd'hui). Le premier de ces ponts, qui permet d'accéder au village des Ilhes, présente deux repères de crues (1940 et 1999)<sup>8</sup>. Plus à l'aval, le pont de Lastours présente également un repère de la crue de 1940. Enfin, dans le secteur de la Caunette, se trouve le pont dit de "La Fonde". Ce pont, aujourd'hui en arc, présentait à l'origine deux arches reposant sur une pile centrale, pile qui a été emportée lors de la crue de 1930 (la pile a été heurtée par un wagon de chemin de fer, emporté par la crue)<sup>9</sup>. Les archives relatives à ce pont comportent les cotes des crues historiques de 1874 et 1891<sup>10</sup>.

Ces nombreux aménagements de l'Orbiel, dans le secteur des gorges, expliquent la richesse de l'information historique présente en archives et concernant ce secteur. L'information est également assez fournie plus à l'aval, notamment au niveau des communes de Conques et Villalier. Toutefois, dans ce secteur aval le champ d'expansion des crues est beaucoup trop important pour permettre de réaliser des estimations de débit.

Logiquement, le secteur d'étude finalement retenu correspond au secteur des gorges, depuis le pont des Ilhes jusqu'au pont de la Fonde. Une carte de ce secteur est présentée sur la figure 3.6. L'Orbiel y reçoit un affluent assez important, le ruisseau du Grésillou, ce qui explique que la surface drainée varie de façon très sensible de l'amont à l'aval de la zone : de 69 *km*<sup>2</sup> au pont des Ilhes à 97 *km*<sup>2</sup> au pont de la Fonde.

---

<sup>7</sup>Référence documentaire n°151 : Archives Départementales de l'Aude, cote S555

<sup>8</sup>Référence documentaire n°105 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>9</sup>Référence documentaire n°282 : Archives Départementales de l'Aude, cote OW186

<sup>10</sup>Référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude



### 3.2 Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques

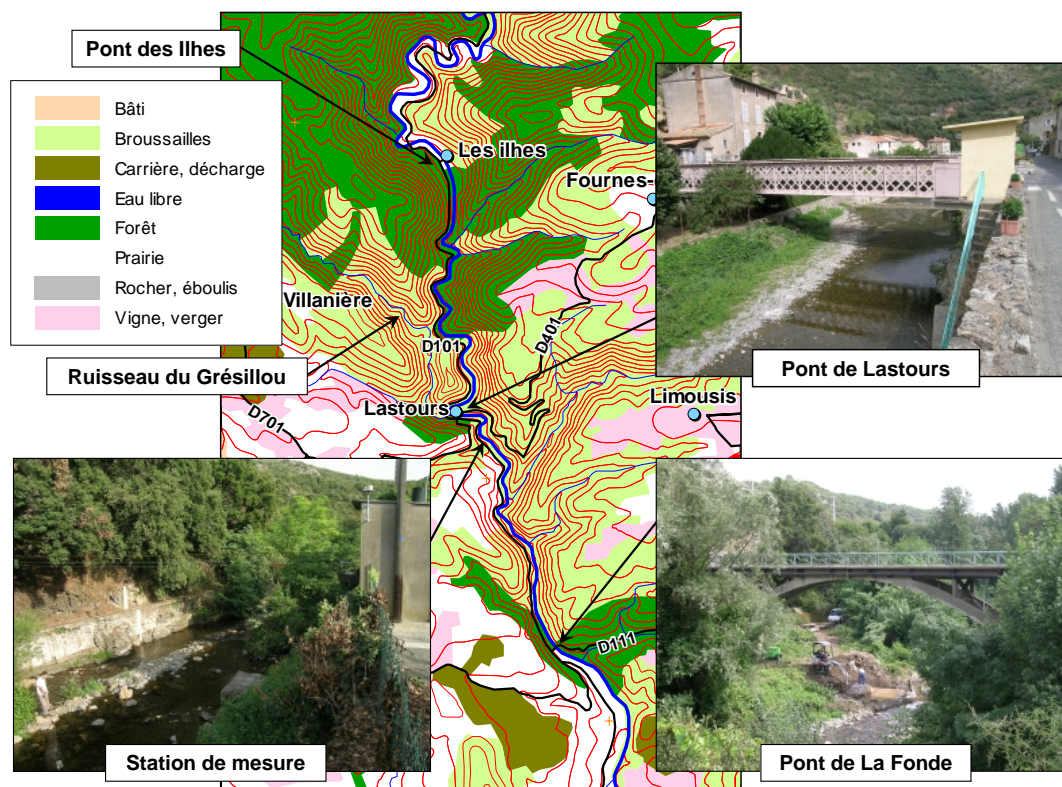


FIG. 3.6 – Carte du secteur d'étude retenu pour l'Orbiel, et position des principaux ouvrages

#### 3.2.2.2 La station de mesure de Lastours

La station de Lastours a été installée en 1968, à l'aval du village, dans un secteur où la surface drainée s'élève à  $87 \text{ km}^2$ . Un schéma et des photographies de la section sont présentés sur les figures 3.7 et 3.8.



FIG. 3.7 – Station de mesure de Lastours sur l'Orbiel

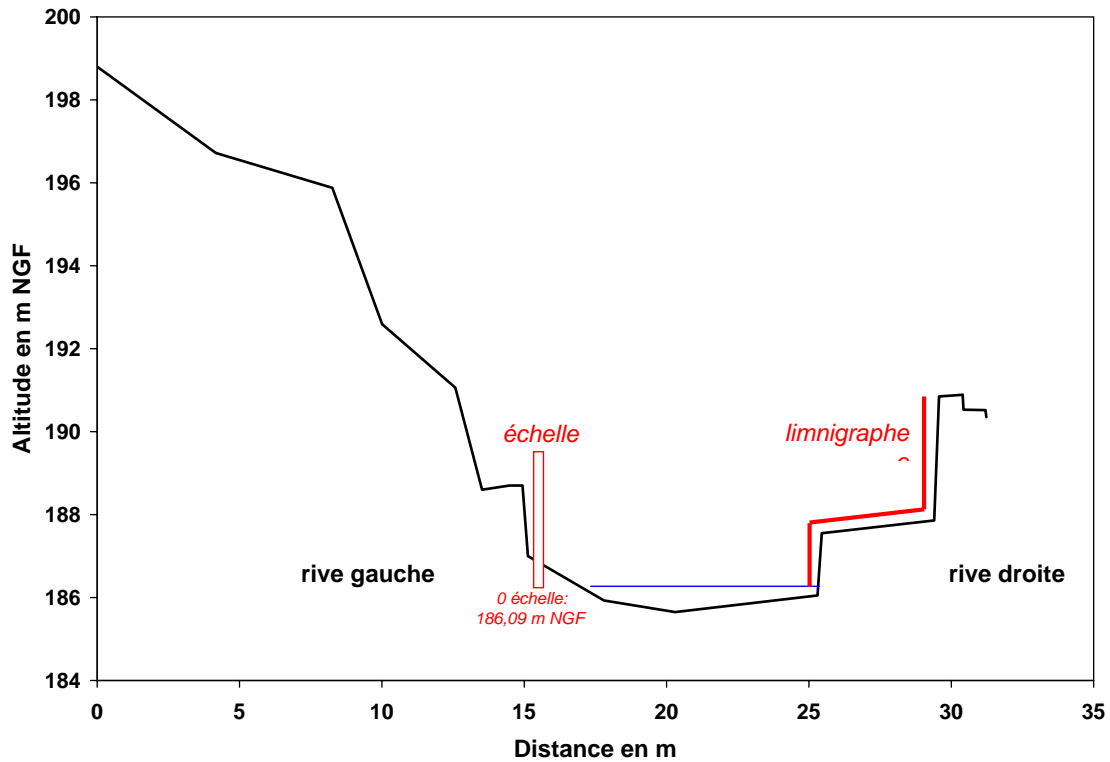


FIG. 3.8 – Station de mesure de Lastours sur l'Orbiel - Schéma de la section

Au niveau de cette section, le tracé de l'Orbiel est rectiligne, et le lit, relativement dégagé, présente une pente de l'ordre de 1,5‰ d'après un levé effectué en août 2004. Les données topographiques concernant la station<sup>11</sup>, montrent que quelques évolutions du lit se sont produites dans le temps. Celles ci restent toutefois limitées (creusement/comblement partiel du lit sur une plage de hauteur de 20 à 30 cm), et leur historique est très difficile à retracer (plusieurs dates d'évolution sont données, parmi les documents retrouvés). Le levé topographique du site réalisé en 2004, a permis de confirmer que ces évolutions restent peu importantes, et ne sont pas de nature à influencer de façon importante l'évaluation des forts débits.

Plusieurs courbes de tarage existent pour cette station<sup>12</sup>. Parmi elles se trouvent les courbes de la banque Hydro du Ministère de l'Ecologie, ainsi que des courbes, plus anciennes, qui semblent avoir été établies par l'Orstom<sup>13</sup>. Ces courbes sont présentées sur la figure 3.9. Elles ont été établies à partir d'un nombre de jaugeages important (plus de 60 au total), mais qui concernent pour la plupart des débits très faibles (hauteurs inférieures à 1 mètre). Seuls deux jaugeages à des débits plus importants ont été effectués en décembre 1996 (hauteurs de 1.3 et 2.4 m, pour des débits mesurés de 18.4 et 77.7  $m^3.s^{-1}$ ). Cinq autres jaugeages, plus anciens, correspondent

<sup>11</sup>référence documentaire n°63 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>12</sup>référence documentaire n°64 : Direction départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>13</sup>l'Orstom est depuis devenu l'IRD, Institut de Recherche pour le Développement

à des hauteurs voisines de 1 mètre. Les courbes de tarage les plus récentes (courbes “Banque Hydro”) ne tiennent compte que d'une petite partie des jaugeages effectués, la plupart d'entre eux étant jugés non fiables. Ces courbes distinguent deux périodes, avant et après 1996, mais cette évolution est toutefois très limitée et ne concerne que les faibles hauteurs. De même, les courbes plus anciennes (courbes “Orstom”) ne laissent pas apparaître de très fortes évolutions de la courbe de tarage, du moins dans la partie non extrapolée de la courbe.

L'examen des courbes de vitesse moyenne dans la section (cf. figure 3.10, vitesses recalculées à partir de la topographie actuelle) montre que les courbes de tarage correspondent à une évolution des vitesses assez discontinue. Pour les courbes “banque Hydro” notamment, la vitesse augmente sensiblement plus vite dans la partie extrapolée de la courbe, soit au delà de 2.4 m, que dans la zone des jaugeages.

L'application de la formule de Manning Strickler ne permet pas, à partir d'un coefficient de rugosité unique, de reproduire l'ensemble de la courbe de tarage. Ceci n'est pas vraiment surprenant puisque il est souvent constaté que le coefficient  $K$  évolue avec la hauteur d'eau. De plus, l'élargissement brusque du lit, pour une hauteur d'eau voisine de 1,5 m, conduit à des aberrations (cf. figure 3.10, réduction de la vitesse moyenne dans la section). Au delà de 1,50 m en revanche, l'application de Manning Strickler, avec un coefficient  $K$  de 17, donne des résultats plus satisfaisants : le débit jaugé à une hauteur de 2.4 m est reproduit correctement, ainsi que la partie des courbes de tarage “banque Hydro” situées dans la gamme 1.5 m - 2.4 m. Cette valeur de  $K$  de 17 a été jugée adaptée pour l'estimation du débit des fortes crues de l'Orbiel (valeur également retenue pour l'estimation du débit des crues historiques). Les débits obtenus sont plus faibles que ceux issus des courbes de tarage “banque HYDRO”, mais l'évolution de la vitesse moyenne dans la section paraît plus cohérente (cf. figure 3.10).

Finalement, la conversion hauteur-débit des crues enregistrées par la station de Lastours a été effectuée en utilisant les courbes de tarage “banque Hydro” pour les hauteurs inférieures à 2.4 m (soit le plus fort jaugeage effectué). Au delà, les courbes de tarage n'ont pas été jugées valides et nous avons préféré utiliser Manning Strickler. Deux crues sont concernées : celles de 1970 (2.66 m) et 1999 (2.88 m).

### 3.2.3 Cas du Lauquet

#### 3.2.3.1 Secteur d'étude retenu

Sur le Lauquet, le secteur situé à l'aval de la confluence avec la Lauquette, sur les communes de Saint Hilaire, Verzeille et Leuc, constitue une zone intéressante en raison de la quantité d'information historique disponible. Cette partie du cours d'eau comporte de plus une station de mesure, initialement située à Leuc puis déplacée à l'aval de Saint Hilaire. A notre connaissance, un seul moulin était présent dans ce secteur, dans la traversée de Verzeille. Le barrage existe d'ailleurs toujours, et les archives correspondantes, qui ont été retrouvées, comportent les cotes, ainsi que la

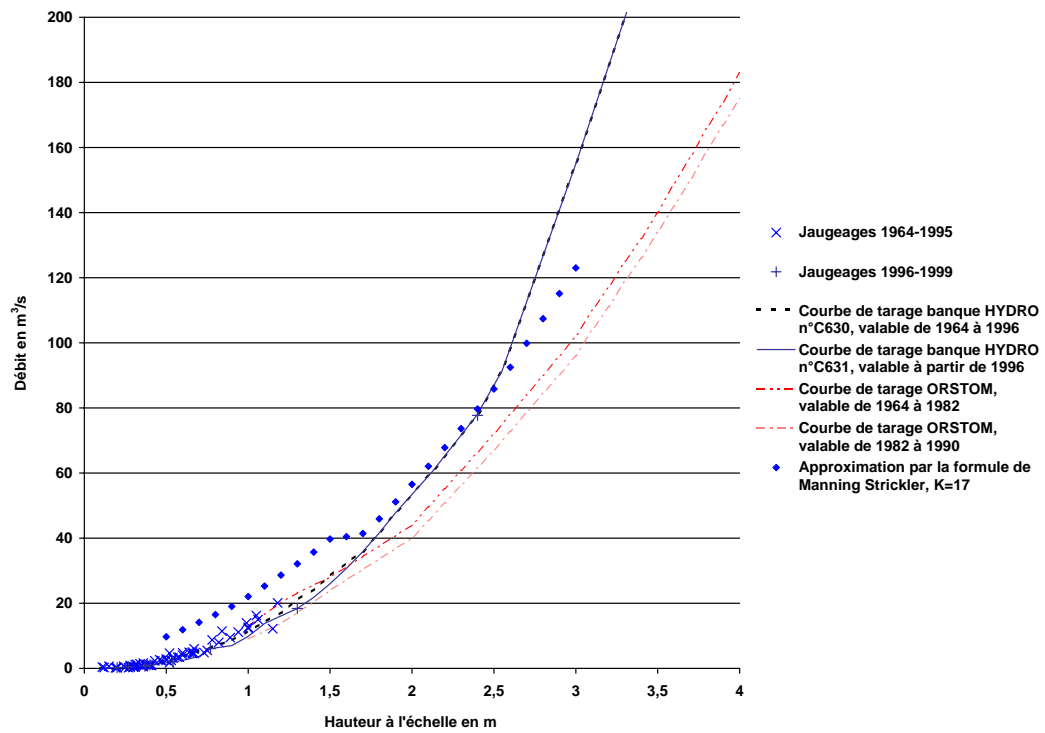


FIG. 3.9 – Jaugeages et courbes de tarage de la station Lastours sur l'Orbiel

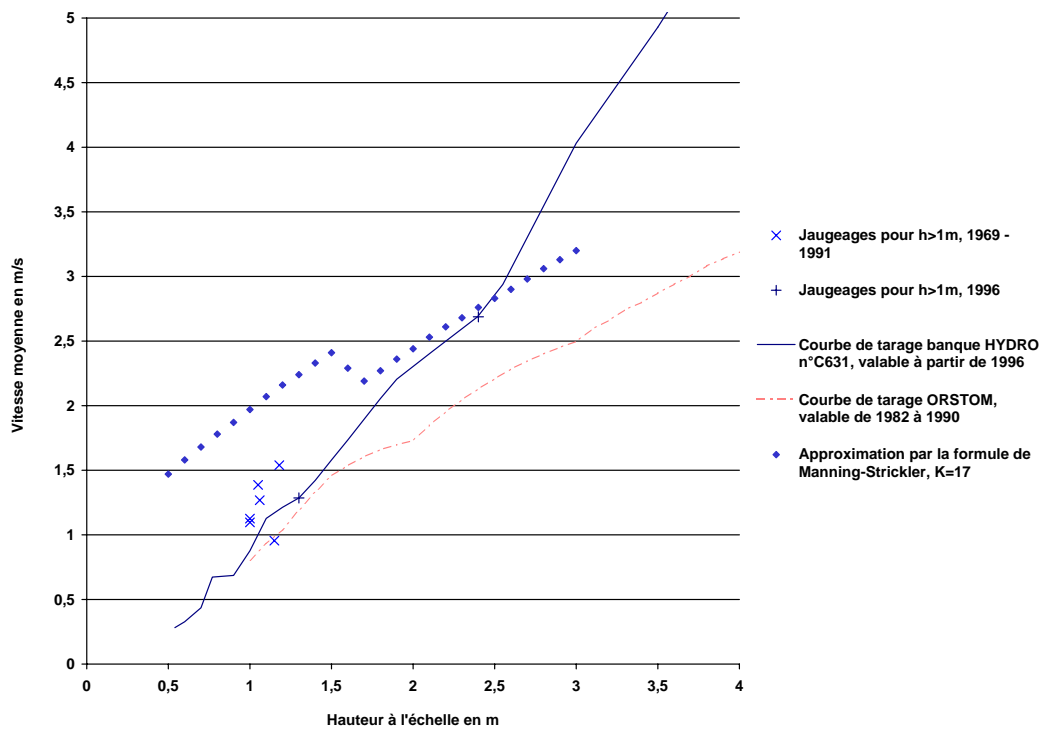


FIG. 3.10 – Evolution de la vitesse moyenne dans la section de la station de Lastours sur l'Orbiel

ligne d'eau, des crues de 1820 et 1891<sup>14</sup>. Mais ce sont avant tout les nombreux franchissements du cours d'eau par des axes routiers qui sont à l'origine de l'information historique dans ce secteur : tout d'abord le pont de la RD104 dans Saint Hilaire, très ancien, qui a été endommagé en 1891 et a par la suite fait l'objet de plusieurs réparations et modifications<sup>15</sup>. Ce pont comporte deux repères de crue (1940 et 1959)<sup>20</sup> ainsi qu'une échelle, visiblement très ancienne, à laquelle des cotes de crues, retrouvées en archives<sup>16</sup>, ont très probablement été lues. Un peu plus à l'aval se situe le pont de la RD43, relativement récent (fin du *XIX<sup>eme</sup>*)<sup>17</sup>, et qui comporte un repère de la crue de 1940<sup>20</sup>. On trouve ensuite le pont du domaine du Pech qui accueille la station de mesure, puis le pont permettant l'accès à la gare de Chemin de Fer de Verzeille. Ce pont, construit en 1887, a été fortement endommagé lors des crues de 1891 et 1892<sup>18</sup>. Enfin, le pont routier de Leuc, construit en 1885, également fortement endommagé en 1891<sup>19</sup>, et au niveau duquel se trouvent deux repères de crue (1940 et 1962)<sup>20</sup>. Cet ensemble d'ouvrages rend le site très favorable en termes de quantité d'information historique disponible. Toutefois, la largeur importante du lit majeur représente une difficulté pour l'estimation des débits, en particulier à l'aval de la zone. Tout d'abord relativement dégagé (à l'amont), ce lit majeur est ensuite bordé par le remblai de la voie de chemin de fer, qui constitue un "barrage" parfois emporté par endroits lors des crues. Les estimations de débit doivent par conséquent, autant que possible, être effectuées dans la zone située à l'amont de Verzeille.

D'autre part, le secteur de Greffeil, situé plus à l'amont, constitue également a priori un secteur favorable : dans ce secteur le lit du cours d'eau n'est pas très large, ce qui favoriserait les estimations de débit. De plus, quelques repères de crue sont présents au niveau d'un ancien moulin<sup>20</sup>, et un pont très ancien franchit le cours d'eau dans la traversée de Greffeil. Enfin, une station de mesure limnigraphique, gérée par la DIREN, a été installée à l'amont du village. Toutefois, plusieurs éléments nous ont amené à ne pas retenir ce secteur : tout d'abord, la configuration de la station de mesure rend extrêmement difficile la conversion des hauteurs en débits ; ensuite, les archives relatives au moulin ne fournissent pas de cotes de crues historiques ; enfin, le pont ayant probablement été construit sous l'Ancien Régime, les archives relatives à sa construction n'ont pas été retrouvées (rappelons ici que le choix a été fait de ne pas explorer les archives de l'Ancien Régime).

La section du Lauquet située entre Saint Hilaire et Leuc, finalement retenue, est représentée sur la figure 3.11. La surface drainée y varie de  $169\text{km}^2$ , au niveau du pont de la RD104 à Saint Hilaire, à  $182\text{km}^2$  au niveau du pont routier de Leuc.

---

<sup>14</sup>référence documentaire n°259 : Archives Départementales de l'Aude, cote S526

<sup>15</sup>références documentaires n°274 et 275 : Archives Départementales de l'Aude, cotes OW652 et OW653

<sup>16</sup>Référence documentaire n°146 : Archives Départementales de l'Aude, cote 13M770

<sup>17</sup>Référence documentaire n°262 : Archives Départementales de l'Aude, cote OW1277

<sup>18</sup>Référence documentaire n°259 : Archives départementales de l'Aude, cote S526

<sup>19</sup>Référence documentaire n°270 : Archives départementales de l'Aude, cote 2Op1653

<sup>20</sup>Référence documentaire n°221 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude



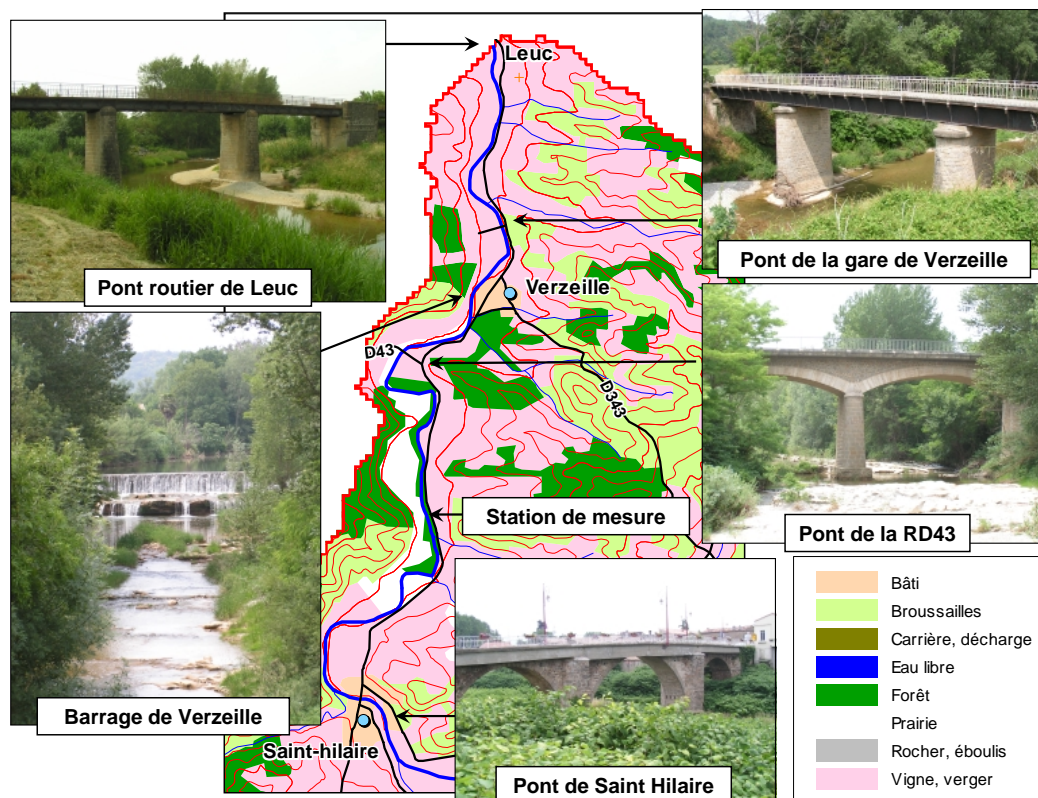


FIG. 3.11 – Carte du secteur d'étude retenu pour le Lauquet, et position des principaux ouvrages



FIG. 3.12 – Station de mesure de Saint Hilaire sur le Lauquet

### 3.2.3.2 La station de mesure de Saint-Hilaire

Dans le secteur d'étude choisi, deux stations de mesure ont été successivement installées. Tout d'abord celle de Leuc, manifestement fixée sur le pont routier (où une échelle, peinte sur la pile du pont, est encore visible), et qui a fonctionné en continu de 1960 à 1975. Cette station, située dans un secteur complexe du point de vue hydraulique (dans une courbe, avec présence à l'aval et en rive gauche du remblai de chemin de fer, stoppant les écoulements en lit majeur), a progressivement été relayée par la station de Saint Hilaire, qui a fonctionné en continu à partir de 1968. Les enregistrements de la station de Leuc n'ont pas été considérés comme des données systématiques, étant donnée l'incertitude sur la position du zéro de l'échelle de cette station, l'absence de courbe de tarage, et la complexité du site d'un point de vue hydraulique.

La station de Saint Hilaire, fixée au pont du domaine du Pech (surface drainée  $171 \text{ km}^2$ ), est située sur un tronçon rectiligne du cours d'eau, dans lequel le lit mineur présente une section de forme assez simple. Les rives y sont bordées d'une végétation abondante. La station a été équipée d'un seuil en 1975, qui n'est plus en bon état aujourd'hui : l'écoulement passe sous le seuil à l'étiage, mais ceci n'est pas de nature toutefois à perturber la mesure de débit pour des crues importantes. La présence de ce seuil permet de plus de garantir l'absence de modifications significatives de la section après 1975. La topographie du site a été obtenue par un levé effectué en août 2004, aucun plan de la section n'ayant été retrouvé dans les archives de la Direction Départementale de l'Équipement. Des photos, ainsi qu'un schéma de la station sont présentées sur les figures 3.12 et 3.13.

La banque Hydro du Ministère de l'Écologie ne fournit pas de courbe de tarage pour cette station. Pourtant, pas moins de 55 jaugeages y ont été effectués<sup>21</sup> (dont 16 avant la construction du seuil). La plupart d'entre eux concernent des hauteurs d'eau faibles, inférieures à 1 mètre (soit un débit de l'ordre de  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  seulement). On ne dispose finalement que de trois jaugeages effectués à des hauteurs relativement importantes (1.5, 2.2 et 3.49 m), dont un (à 2.2 m) qui a été effectué avant la construction du seuil. L'ensemble de ces jaugeages, ainsi que les courbes de tarage présentes dans les archives de la DDE, sont représentés sur la figure 3.14. Cette figure met en évidence la modification de la loi hauteur-débit consécutive à l'aménagement du seuil en 1975. Pour la période consécutive à cet aménagement, deux courbes de tarage ont été retrouvées, mais seule l'une d'entre elles semble réellement issue des jaugeages (courbe "Orstom"). La deuxième courbe (courbe "DDE") est manifestement tirée d'une application de la formule de Manning Strickler, idée qui est confortée par les courbes d'évolution des vitesses moyennes dans la section (cf. figure 3.15, courbes reconstituées à partir de la topographie levée sur le site en 2004). Curieusement, la courbe "Orstom" correspond à des vitesses moyennes quasi constantes dans la section, ce qui est peu réaliste.

---

<sup>21</sup>référence documentaire n°214 : Direction départementale de l'Équipement de l'Aude

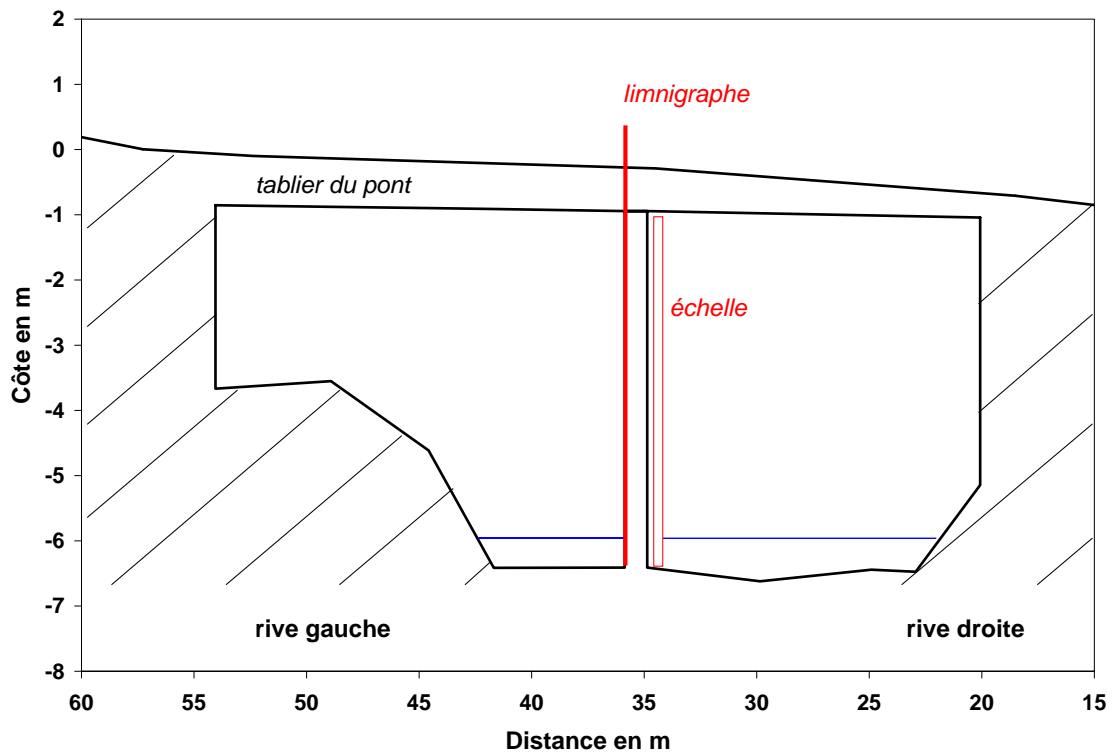


FIG. 3.13 – Station de mesure de Saint Hilaire sur le Lauquet - schéma de la section

Le domaine de validité de la courbe “Orstom” est de plus très limité, au regard de l’intensité des crues mesurées par la station. En effet, des hauteurs de 4 à 5 mètres ont été très régulièrement atteintes au cours de la période de mesure, et deux crues (1970 et 1999) ont même dépassé une hauteur de 7 mètres, alors que le plus fort jaugeage effectué correspond à une hauteur de 3.49 m seulement.

L’utilisation de la courbe de tarage “Orstom” a par conséquent été limitée aux crues de hauteur inférieure à 3.5 m. Pour les hauteurs plus importantes, nous avons préféré réaliser les estimations de débit à partir d’un calage de la formule de Manning Strickler, présenté sur les figures 3.14 et 3.15. A ce niveau de hauteur, la présence du seuil n’influe probablement que de façon très marginale sur l’écoulement, et l’hypothèse de régime uniforme nous semble par conséquent pouvoir être retenue. Pour des hauteurs inférieures à 5.5 m, l’écoulement reste localisé en lit mineur, et le coefficient K peut être fixé à une valeur de 15, qui permet de reproduire le débit jaugé à une hauteur de 3.49 m. Par ailleurs, les vitesses moyennes dans la section (figure 3.15) évoluent de façon plus réaliste qu’avec la courbe de tarage “Orstom”. Au delà de 5.5 m, la Lauquet envahit son lit majeur, très large au niveau de cette section. Le débit écoulé en lit majeur peut dans ce cas être estimé séparément, toujours à partir de la formule de Manning Strickler, en retenant un coefficient K de 10. La même méthode d’estimation a été utilisée pour exploiter des repères de



### 3.2 Choix d'un secteur d'étude pour chaque cours d'eau, et exploitation des données systématiques

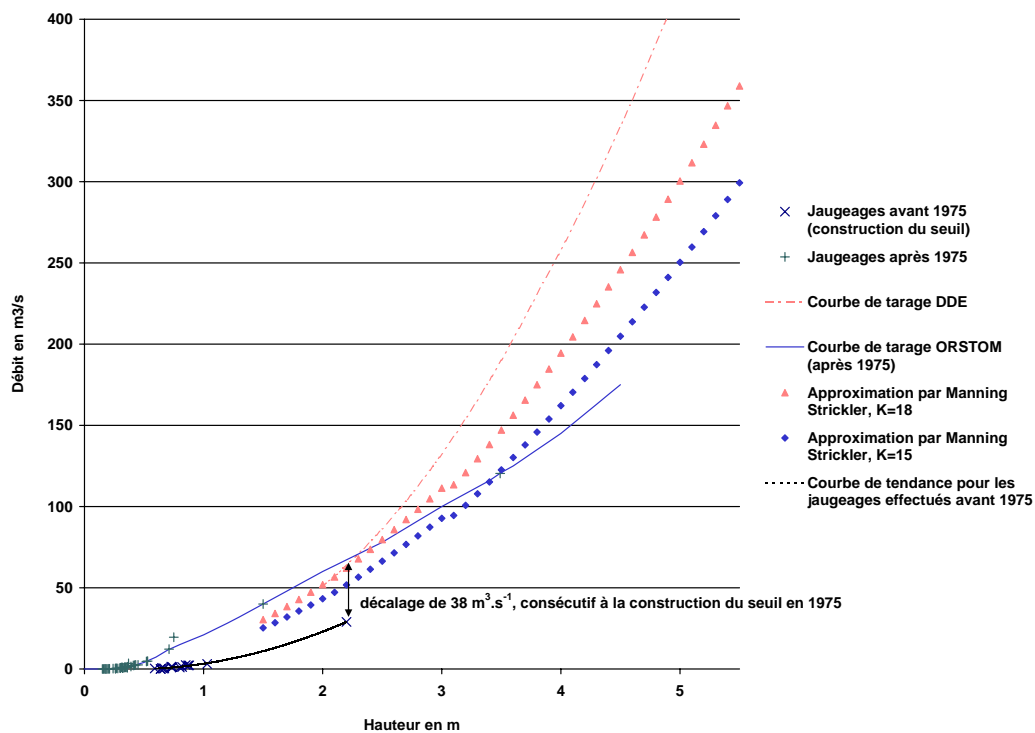


FIG. 3.14 – Jaugeages et courbes de tarage de la station de Saint Hilaire sur le Lauquet

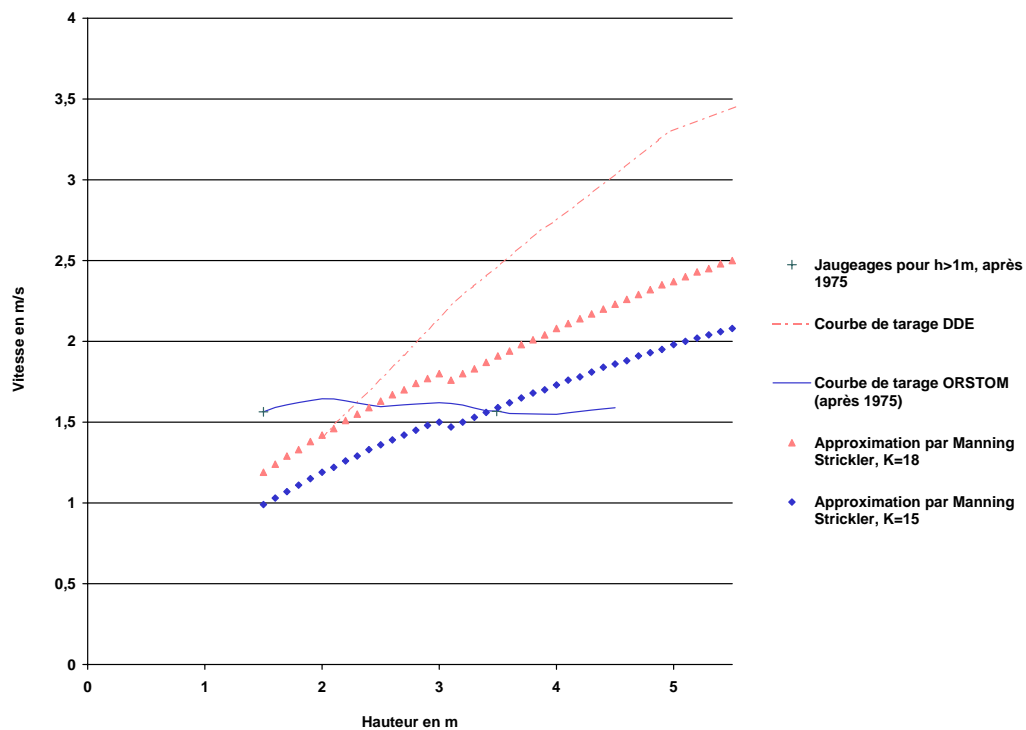


FIG. 3.15 – Evolution de la vitesse moyenne dans la section de la station de Saint Hilaire sur le Lauquet

crue existant sur le bâtiment situé en rive droite, au niveau de la station (crues de 1940, 1962, et 1963).

En ce qui concerne la période précédant la construction du seuil, les jaugeages effectués permettent d'avoir une idée de la loi hauteur-débit applicable : comme le montre la figure 3.14, l'absence du seuil introduit un décalage pour les hauteurs faibles, décalage qui semble se stabiliser à environ  $38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , au delà d'une certaine valeur de hauteur. Pour les hauteurs supérieures à 2.5 m (plus fort jaugeage effectué avant 1975), les débits ont été calculés en maintenant ce décalage, par rapport aux débits calculés avec la section actuelle (par application de la formule de Manning Strickler).

### 3.2.4 Cas de la Salz

#### 3.2.4.1 Secteur d'étude retenu

Comme dans le cas du Lauquet, la Salz présente deux secteurs potentiellement intéressants pour entreprendre une reconstitution historique des crues, parmi lesquels un choix a dû être réalisé.

Dans la traversée du village de Rennes les Bains tout d'abord, le lit de la Salz est très encaissé, et présente une section de forme simple. Deux ponts sont présents, ainsi qu'un ancien moulin, situé plus à l'amont, qui comporte deux repères de crue (1940 et 1992)<sup>22</sup>. De plus, les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées ont permis de retrouver la ligne d'eau de la crue de 1820, entre les deux ponts, dans la traversée du village<sup>23</sup>. De nombreux autres repères de crues existent dans Rennes les Bains, mais sont beaucoup plus difficilement exploitables. Enfin, ce secteur présente l'inconvénient majeur de ne pas avoir été l'objet de mesures systématiques de débits.

Par conséquent, nous avons préféré retenir un autre secteur d'étude, situé à l'aval de la confluence avec le ruisseau de Réalses, et dans lequel la Salz traverse successivement les communes de Cassaignes, Coustaussa et Couiza. Une carte de ce secteur est représentée sur la figure 3.16. La surface drainée y varie de  $131 \text{ km}^2$  à  $143 \text{ km}^2$ . A l'amont, la Salz y présente encore une section encaissée et de forme très simple. La station de mesure a été installée dans cette zone, ce qui facilite grandement l'estimation des débits pour les crues récentes. A l'amont direct de Couiza se trouvent deux anciens moulins, sur lesquels ont été apposés plusieurs repères de crues (1891, 1940, 1992)<sup>22</sup>. De plus, des plans de ces moulins, comportant les cotes des crues de 1820 et 1833, ont été retrouvés dans les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées<sup>24</sup>. Enfin, dans la traversée de Couiza se trouve le pont de la RD118, qui a très longtemps accueilli l'échelle d'annonce des crues, à laquelle des relevés journaliers sont disponibles depuis 1932<sup>25</sup>.

---

<sup>22</sup>Référence documentaire n°220 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>23</sup>Référence documentaire n°230 : Archives Départementales de l'Aude, cote S592

<sup>24</sup>Référence documentaire n°233 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2374

<sup>25</sup>Références documentaires n°215 et 216 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

Des lectures à cette échelle, et des repères de crues au niveau du pont, sont également disponibles pour des crues bien plus anciennes (1891 notamment)<sup>26</sup>. Toutefois dans ce secteur de Couiza, la proximité de l'Aude et la largeur du lit majeur constituent une importante difficulté pour l'estimation du débit des crues.

#### 3.2.4.2 La station de mesure de Cassaignes

La station de Cassaignes fonctionne en continu depuis 1968. Elle a remplacé l'échelle du pont de Couiza, qui présentait l'inconvénient d'être située dans le remous de la confluence avec l'Aude. Le site retenu pour installer la nouvelle station est beaucoup plus propice à la mesure de débit : le tracé du cours d'eau y est rectiligne, la section y présente une forme trapézoïdale simple, et la pente du lit est uniforme dans le secteur. Seule la présence de quelques arbres dans le lit semble pouvoir influencer l'écoulement. Quelques photos, ainsi qu'un schéma de la section sont présentés sur les figures 3.17 et 3.18.

Pas moins de cinq courbes de tarage, couvrant l'intégralité de la période de mesures, sont fournies par la banque Hydro du Ministère de l'Ecologie pour cette station. Ces courbes sont issues d'un jeu de 63 jaugeages<sup>27</sup>, réalisés dans une gamme de hauteurs limitée : seuls deux d'entre eux concernent des hauteurs supérieures à 1.50 m (1.80 m et 2.19 m, cf. figure 3.19). Au cours des 36 années de mesures, les crues maximales annuelles ont par ailleurs dépassé à douze reprises une hauteur de 3 mètres, et une hauteur de 6.80 m a même été atteinte en 1992. Les crues mesurées par la station se situent donc très au delà de la zone "fiable" des courbes de tarage.

La présence de cinq courbes de tarage différentes amène d'ailleurs à s'interroger sur les évolutions du lit du cours d'eau au niveau de la station. Plusieurs levés topographiques de cette section, effectués en 1984, 1992, et 1998, ont été retrouvés dans les archives de la DDE<sup>28</sup>. Il semble que le profil en travers ait très peu varié jusqu'en 1992 (les courbes de tarage correspondant à cette période, numérotées C620, C621 et C622, sont d'ailleurs quasiment identiques). En revanche la crue de 1992 a manifestement creusé le lit de façon très significative, comme en témoignent le levé de 1992, ainsi que la courbe de tarage C623, très différente des précédentes (cf. figure 3.19). Toutefois, le lit semble s'être assez rapidement comblé par la suite : ce comblement apparaît sur le levé effectué en 1998, et la fin de validité de la courbe de tarage C623 est d'ailleurs fixée en mai 1995. Un nouveau levé, effectué par nos soins en 2004, confirme ce comblement, la section étant à nouveau assez proche de ce qu'elle était en 1984. La courbe de tarage C624, valide de mai 1995 à décembre 1996, tient compte de ce comblement (elle est à nouveau très proche des courbes C620 à C622). En revanche, la courbe C625, qui couvre la période de 1997 à nos jours, se rapproche à nouveau de la courbe C623. Ceci peut paraître surprenant étant donné les levés

---

<sup>26</sup>Références documentaires n°32 et 33 : Direction Départementale de l'Equipement de l'Aude

<sup>27</sup>référence documentaire n°212 : Direction Départementale de l'Equipement de l'Aude

<sup>28</sup>référence documentaire n°211 : Direction Départementale de l'Equipement de l'Aude

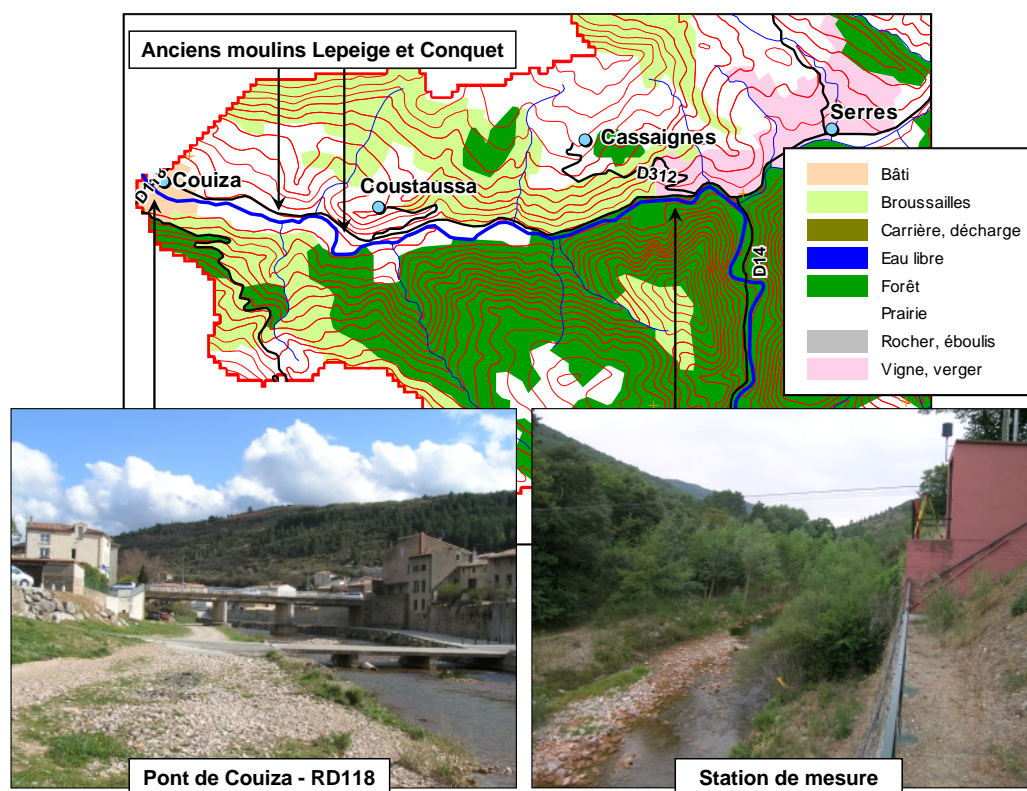


FIG. 3.16 – Carte du secteur d'étude retenu pour la Salz, et position des principaux ouvrages



FIG. 3.17 – Station de mesure de Cassaignes sur la Salz

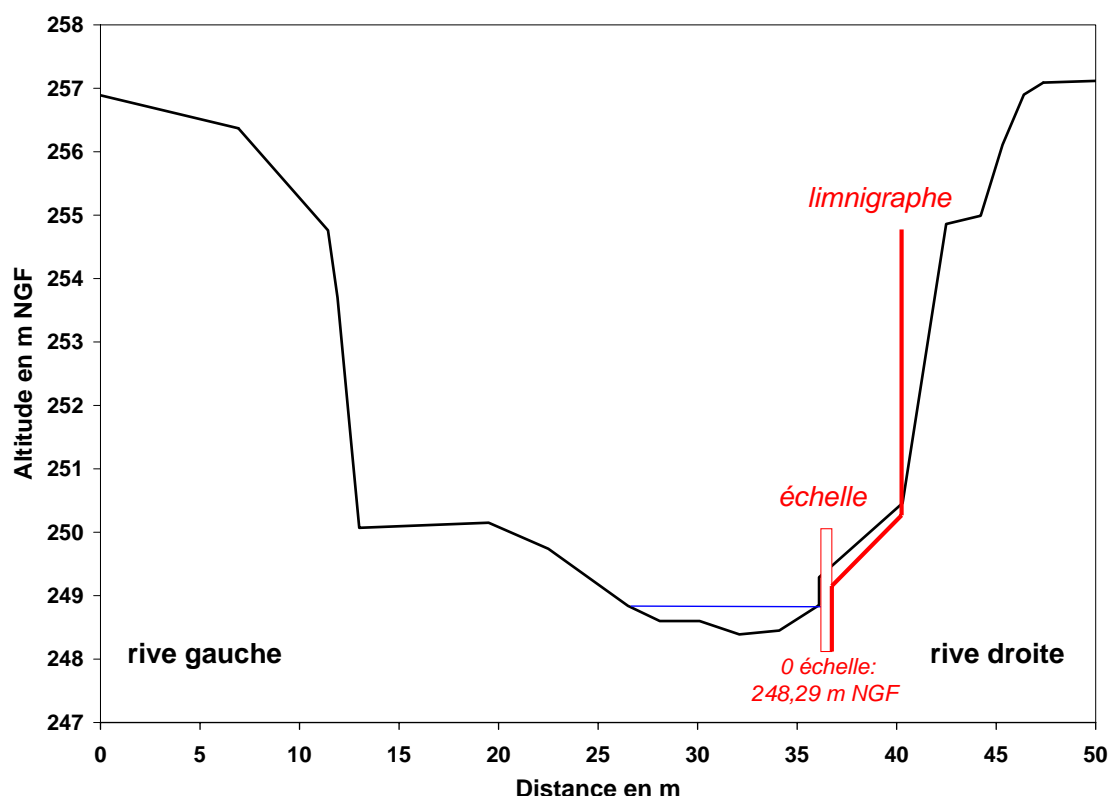


FIG. 3.18 – Station de mesure de Cassaignes sur la Salz - schéma de la section

topographiques effectués en 1998 et 2004, mais toutefois l'application de la formule de Manning Strickler avec la topographie de 2004 donne bien des résultats proches de cette courbe C625.

Étant donné le domaine de validité limité des courbes de tarage existantes, nous avons préféré, pour les crues de hauteur importante (au delà d'une hauteur de 2 mètres), appliquer la formule de Manning Strickler, calée à partir des plus forts débits jaugés. La figure 3.20 permet d'ailleurs de se rendre compte que l'extrapolation des courbes de tarage est basée sur cette formule. Le calage retenu correspond à une valeur du coefficient  $K$  de 18, et reproduit exactement, lorsque l'on utilise la topographie levée en 1984, les courbes de tarage C620 à C622. L'application de la formule avec la topographie levée en 2004, reproduit également assez bien la courbe C625, pour les fortes hauteurs.

Pour l'estimation des débits, trois périodes ont finalement été distinguées. Avant 1992, les courbes de tarage C620 à C622 ont été appliquées pour les hauteurs inférieures à 2 mètres, et complétées au delà par la formule de Manning Strickler, appliquée en utilisant la topographie de 1984. La crue de 1992 a été estimée, toujours à partir de la formule de Manning Strickler, en utilisant la topographie levée deux mois après la crue. De 1993 à 1995, la courbe de tarage C623, tenant compte du creusement du lit, a été utilisée, les hauteurs des crues à estimer étant faibles

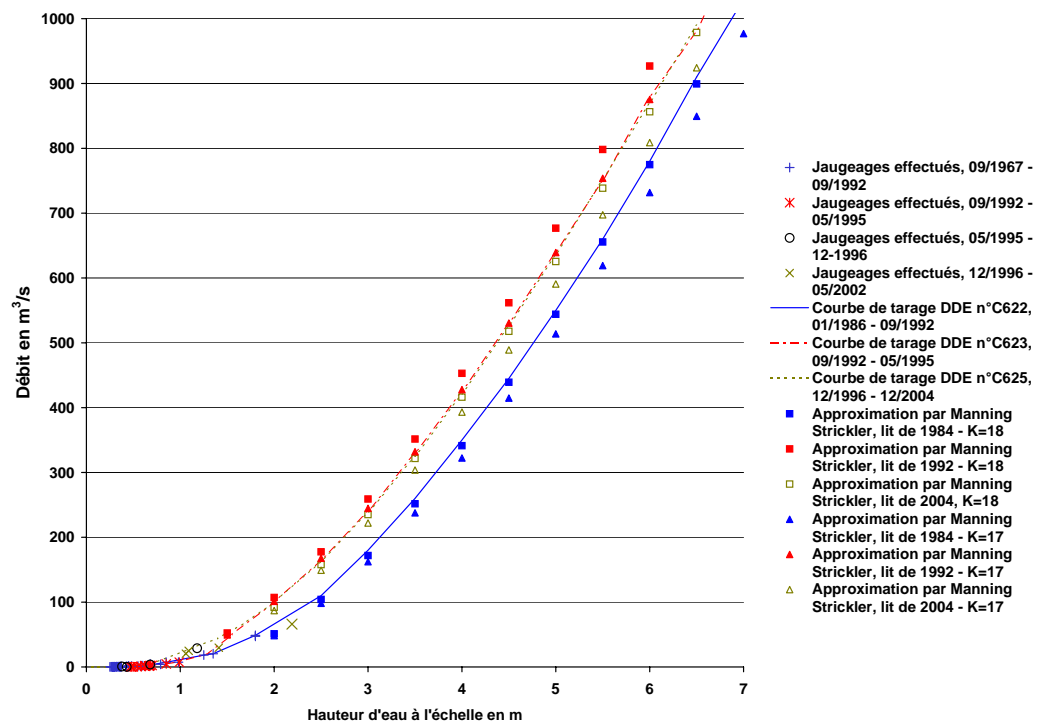


FIG. 3.19 – Jaugeages et courbes de tarage de la station de Cassaignes sur la Salz

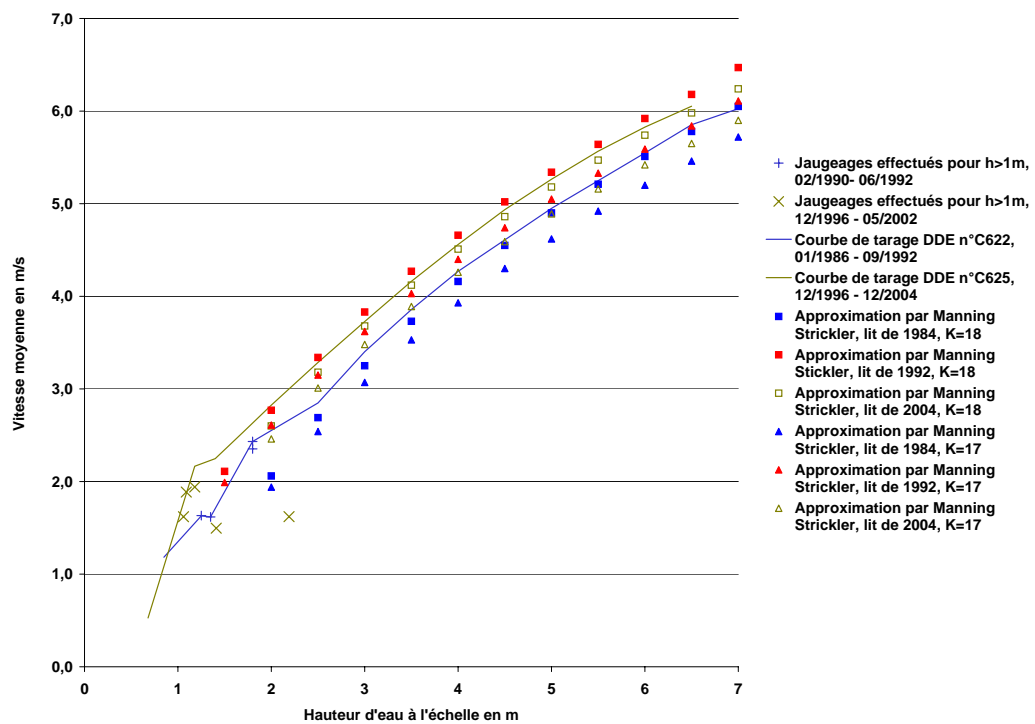


FIG. 3.20 – Evolution de la vitesse moyenne dans la section de la station de Cassaignes sur la Salz

(2.16 m maximum). Enfin, nous avons considéré par la suite que le comblement du lit devait être pris en compte, et nous avons par conséquent appliqué la courbe C624 pour les hauteurs inférieures à 2 m, complétée pour les hauteurs importantes par l'application de la formule de Manning Strickler, en utilisant cette fois la topographie levée en 2004. La courbe de tarage C625 n'a pas été utilisée pour des faibles hauteurs car elle aboutit à des estimations de débit sensiblement supérieures aux jaugeages effectués sur cette période.

### 3.2.5 Normalisation des données de débit - méthode retenue

Nous venons de voir que dans les secteurs d'étude retenus, les quatre cours d'eau étudiés présentent des surfaces drainées très sensiblement différentes (de 42 à 182  $km^2$  suivant les cas). Pour cette raison, les données de débit reconstituées ne s'avèrèrent pas directement comparables. De façon à travailler sur des données plus homogènes, il est nécessaire de "normer" les débits, en tenant compte de la surface drainée au point d'estimation. Mais quelle est la méthode appropriée pour cela ? La réponse à cette question est loin d'être immédiate..

Le recours à la "normalisation" des débits est fréquent en hydrologie, notamment pour l'application de techniques de régionalisation. Ces techniques visent à extrapoler la distribution statistique des crues, observée sur certains bassins versants jaugés, aux bassins voisins et de caractéristiques comparables. Pour ce faire, la méthode très courante, dite de l'index de crue, consiste à expliquer la variation des quantiles de crue d'un bassin à l'autre, par un facteur d'échelle qui est fonction des caractéristiques physiographiques générales de chaque bassin, représentées le plus souvent par la surface [GREHYS, 1996]. La méthode la plus couramment employée en régionalisation consiste de fait à travailler sur les débits spécifiques, c'est à dire les valeurs de débit divisées par la surface drainée. Encore tout récemment, par exemple, Stanescu [2004] utilise le débit spécifique de façon à effectuer des comparaisons inter-régionales de l'intensité des crues extrêmes, à l'échelle de l'Europe.

Toutefois, il n'est pas du tout évident, que dans le cas des quatre cours d'eau que nous étudions, la relation entre surface drainée et quantiles de crue soit véritablement linéaire. Les résultats obtenus par Stanescu [2004] montrent d'ailleurs très bien que les débits spécifiques atteints par les crues extrêmes, diminuent lorsque la taille des bassins versants augmente. D'autres travaux, plus anciens, menés en France par le Cemagref [CEMAGREF, 1980], aboutissent à la même conclusion. Ces travaux, qui portaient sur la régionalisation des débits décennaux pour des petits bassins versants, ont montré, à partir de l'étude de 187 bassins, que la surface, ainsi que la pluie journalière décennale, constituent, parmi 30 variables étudiées, celles qui sont le mieux corrélées au débit décennal. Un calage effectué par la suite sur 630 bassins a montré que la meilleure corrélation était obtenue en élevant la surface à un exposant 0.8 ( $Q/S^{0.8}$  étant parfois appelé le "débit pseudo-spécifique", dénomination que nous reprendrons par la suite). Même s'ils ne portent que sur les débits décennaux, ces résultats amènent à penser que la variable  $S^{0.8}$  constitue une bonne variable explicative de la variation des quantiles de crue en fonction de la taille des bassins. On peut ajouter que, cette étude portant sur des bassins versants Français de petite taille (2



à 2000  $km^2$ ), dont un bon nombre sont situés en région Méditerranéenne, les résultats obtenus semblent directement applicables au cas que nous étudions.

Par conséquent, nous avons fait le choix d'utiliser le débit pseudo-spécifique pour la normalisation des débits. Quelques essais ont également été réalisés en utilisant le débit spécifique, et ont montré que ce choix n'influaient que très peu sur l'inter-comparaison des crues, que ce soit au sein d'un bassin versant ou entre différents bassins versants. Le choix de la variable de normalisation n'a pas modifié par exemple la hiérarchie existant entre les différentes crues historiques au sein d'une même série. Par ailleurs, ce choix n'est pas de nature à influencer de façon importante les résultats qui seront présentés au chapitre 4 : des essais de simulations, réalisés à partir des débits spécifiques, ont donné des résultats tout à fait similaires à ceux présentés.

### 3.3 Estimation des débits de pointe des crues historiques

#### 3.3.1 Informations utilisées pour l'estimation

Une fois le choix d'un secteur d'étude effectué, il devient possible d'utiliser l'ensemble de l'information historique disponible dans ce secteur pour effectuer des estimations de débit. Ces estimations, réalisées dans une zone où la surface drainée varie dans des limites raisonnables, resteront comparables par la suite, après normalisation des valeurs de débits obtenues.

Mais l'estimation du débit d'une crue historique ne peut être entreprise qu'à condition d'avoir réuni au préalable un minimum d'informations concernant cette crue, en une section précise du cours d'eau. Ces informations incluent au minimum :

- le niveau d'eau atteint, qui peut être obtenu grâce à des plans d'archives, des repères de crue, ou des descriptions permettant une comparaison avec d'autres crues dont le niveau est connu. Très rarement, la presse (consultée, nous l'avons vu, pour quelques événements seulement), a également pu fournir une information concernant les niveaux atteints.
- le profil en travers du cours d'eau, obtenu le plus souvent grâce à des plans d'archives, plans qui ont parfois du être complétés ou confirmés par des levés de terrain.
- la pente de la ligne d'eau de la crue, également souvent obtenue grâce à des plans d'archives. Quelques levés de terrain se sont également révélés indispensables de façon à confirmer, par endroits, la pente du lit.

Pour chaque crue historique à estimer, un travail préalable consiste donc à regrouper l'ensemble des informations disponibles, de façon à identifier les sections dans lesquelles une estimation peut éventuellement être tentée. Parfois, il est nécessaire de compléter et/ou confirmer l'information, par de nouvelles investigations (levé de terrain et /ou recherches complémentaires en archives), avant de confirmer le choix d'une section.

Comme nous l'avons déjà vu, les aménagements des cours d'eau constituent des zones très favorables pour réunir l'ensemble des informations nécessaires. Ces points singuliers sont constitués



en premier lieu par l'ensemble des ponts franchissant les cours d'eau, sur lesquels sont souvent fixés des repères de crues, et pour lesquels il est fréquent, dans les archives relatives à la construction de chaque ouvrage (Service Vicinal ou Service Ordinaire des Ponts et Chaussées suivant les cas), de retrouver plans et cotes de crues historiques. Les anciens moulins et usines, entraînés par les cours d'eau, ainsi que les barrages établis pour l'irrigation, constituent également des zones favorables, pour lesquels les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées renferment systématiquement des plans, ainsi souvent que quelques cotes de crues.

Si la majorité des informations mises à profit proviennent de documents d'archives, la source constituée par les repères de crue est également loin d'être négligeable, en particulier pour les crues ayant eu lieu au  $XX^{eme}$  siècle. Enfin, les levés de terrain se sont avérés tout à fait indispensables, de façon à connaître la topographie exacte au niveau de certains repères de crue, à compléter certains plans d'archives, et à évaluer l'importance des modifications du lit du cours d'eau, depuis l'époque où les différents plans d'archives ont été établis. Ainsi, certaines données topographiques, fournies par des plans d'archives, ont parfois pu être utilisées pour des crues postérieures, de quelques dizaines d'années, à ces plans, lorsque les modifications du lit au cours du temps ne semblaient pas significatives.

Le recoupement des différentes sources d'information a permis, pour une majorité des crues historiques recensées, de réunir, en une section au moins, l'ensemble des informations nécessaires à l'estimation du débit. Dans les meilleurs des cas, ces informations se sont même avérées disponibles en plusieurs sections pour une même crue. Parfois cependant, comme nous le verrons par la suite, une information indispensable s'est avérée manquante, et nous avons alors du renoncer à estimer le débit de la crue concernée.

#### 3.3.2 Méthodes d'estimation des débits utilisées

L'information décrite au paragraphe précédent constitue le strict minimum requis pour réaliser une estimation de débit. Dans ce cas seules deux méthodes d'estimation peuvent être appliquées [Rico et al., 2001] : l'équation de Manning Strickler dans le cas d'un régime uniforme, ou la méthode de la hauteur critique dans les rares cas où le régime critique est atteint dans la section considérée.

Ces méthodes sont bien évidemment incertaines. La méthode de la hauteur critique est décrite comme la plus précise car aucun paramètre n'est nécessaire pour calculer le débit [Jarrett, 1987]. Toutefois, la hauteur critique ne peut être calculée que pour une section de forme rectangulaire ( $V_c = \sqrt{g \cdot h_c}$ ), ce qui est rarement le cas en pratique. D'autre part, l'application de la méthode nécessite de savoir que le régime critique est bien atteint dans la section considérée, ce qui est également très rare [Gaume et al., 2004]. Au niveau des ponts par exemple, même lorsque le resserrement est important et permet de supposer un passage en régime critique, il est souvent difficile de savoir si la cote de la crue disponible correspond à la face amont ou à la face aval du pont, et à quel endroit exactement se produit le passage en régime critique.

En ce qui concerne l'équation de Manning Strickler, outre le fait que l'hypothèse de régime uniforme n'est quasiment jamais rencontrée dans la pratique, l'estimation des coefficients de Strickler  $K$  pose souvent difficulté, ainsi que la détermination de la pente de la ligne d'eau (il est fréquent de la supposer égale à la pente du lit, puisque l'hypothèse de régime uniforme est effectuée). Même dans des conditions idéales où la ligne d'eau et la section sont connues avec précision, on ne peut espérer une erreur inférieure à 10 à 25% [Cook, 1987]. De façon à conserver un regard critique sur la méthode, il est donc intéressant, lorsque cela est possible, de l'appliquer en plusieurs sections le long du cours d'eau. Si des différences de débit de plus de 25% sont obtenues, les résultats peuvent être considérés comme décevants [Dalrymple and Benson, 1967, Cook, 1987].

Lorsque, par chance, l'information historique réunie ne se limite pas à une section, mais inclut notamment la topographie du cours d'eau en plusieurs sections successives, il devient possible d'appliquer des méthodes plus élaborées. Cook [1987] évoque par exemple la méthode "step backwater", qui est applicable lorsque la topographie du cours d'eau est connue dans huit à dix sections peu espacées (de l'ordre d'une fois la largeur du lit), à l'aval de la section dans laquelle la hauteur d'eau a été mesurée. Cette méthode consiste à calculer, sous plusieurs hypothèses de débit et de hauteur d'eau dans la section située le plus à l'aval, la courbe de remous à l'amont de cette section, en appliquant la formule de Manning Strickler et en remontant ainsi de section en section (d'où le nom "step backwater"). Pour un débit donné, les lignes d'eau ainsi calculées, en partant de hauteurs différentes à l'aval, finissent par converger et permettent d'obtenir une seule valeur de hauteur, dans la section située à l'amont. Par essais successifs, on obtient le débit correspondant à la hauteur d'eau réellement observée dans la section amont. D'après Cook [1987] cette méthode permet de limiter les erreurs dues à l'estimation du coefficient de Strickler, ces erreurs ne dépassant pas 15 à 20% de la valeur du débit.

Enfin, il est également possible d'envisager l'emploi de modèles hydrauliques plus complexes. Le recours à une modélisation 1-D se justifie par exemple lorsqu'une quantité importante d'informations est disponible (niveaux d'eau pour plusieurs crues historiques, et jaugeages), au niveau de deux ou trois sections suffisamment espacées (par exemple des sections équipées d'échelles limnimétriques), dans un secteur où la topographie est connue et a peu évolué dans le temps. Ceci correspond par exemple à la situation qui a été rencontrée lors de l'étude historique des crues de l'Ardèche, pour laquelle deux tronçons du cours d'eau, de 12 et 15 km de longueur, ont été modélisés [Coeur et al., 2002]. Une situation aussi favorable n'a pas été rencontrée parmi les quatre cours d'eau étudiés dans l'Aude. Le recours à des modèles hydrauliques 2-D peut également s'avérer utile localement, au niveau d'un ouvrage, de façon à comprendre le fonctionnement hydraulique local. Toutefois, là encore, outre les données topographiques, les informations permettant de caler ce type de modèle doivent être disponibles.

Les estimations de débit que nous avons réalisées sont basées sur les méthodes les plus simples, à savoir la formule de Manning Strickler et la méthode de la hauteur critique. Toutefois, lors

de l'application et l'exploitation de ces méthodes nous avons toujours gardé à l'esprit leurs limites. Lorsque ces méthodes ne pouvaient pas être appliquées directement, elles ont simplement servi d'indicateurs permettant d'estimer une fourchette de vitesses possibles dans la section. De plus, pour chacune des estimations effectuées, nous avons calculé un intervalle de débit possible, en tenant compte des différents facteurs d'incertitude rencontrés. Enfin, nous avons mis à profit, lorsque cela était le cas, la présence de plusieurs sections concernant une même crue, pour comparer les estimations de débit correspondantes et en effectuer la critique.

On peut ajouter que la procédure d'estimation des débits employée ici est très similaire à celles utilisées pour reconstituer les débits de pointe de petits affluents, lors des crues très récentes de 1999 dans l'Aude [Gaume, 2000, Gaume et al., 2000, Gaume, 2002, Gaume et al., 2004], et de 2002 dans le Gard [Gaume and Bouvier, 2004, Delrieu et al., 2005]. Ces deux expériences ont montré que les intervalles de débit obtenus sont généralement cohérents entre différentes sections, et restent en accord avec les données issues des stations de mesure.

#### **3.3.2.1 Cas des sections en régime uniforme : application de la formule de Manning-Strickler**

C'est avant tout la formule de Manning-Strickler qui a été privilégiée, dès que la configuration du site permettait de retenir l'hypothèse d'un régime uniforme, notamment dans toutes les sections où l'écoulement ne semblait pas influencé par le remous lié à la présence des ouvrages (barrages, ponts, etc.). Les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées, relatives à l'établissement de barrages, ont par exemple fourni à plusieurs reprises des plans complets (profils en long et en travers) de quelques centaines de mètres du cours d'eau, et présentant des sections situées hors de la zone d'influence du barrage. Les repères de crue, lorsqu'ils ont été apposés sur des bâtiments, peuvent également se situer dans des sections libres de toute influence hydraulique.

Pour l'application de la formule, la principale difficulté vient de l'estimation des coefficients de rugosité (ou coefficients de Strickler  $K$ ). Pour cela, les jaugeages effectués au niveau des stations limnigraphiques ont généralement pu être exploités, de façon à caler des valeurs de  $K$ , dont nous avons considéré qu'elles étaient représentatives du lit mineur du cours d'eau considéré. Ces valeurs de  $K$  varient de 15 à 18 selon le cours d'eau. Ces coefficients de départ ont ensuite été modulés en fonction du contexte local de chaque section servant à l'évaluation d'un débit. Sauf cas particulier, c'est généralement une fourchette de 15 à 20 qui a été retenue en lit mineur. Les crues historiques présentant souvent une vaste extension en lit majeur, il a également été nécessaire d'évaluer les coefficients applicables en lit majeur. Toutefois ces coefficients n'ont pas pu être calibrés de la même façon qu'en lit mineur, les jaugeages effectués aux stations de mesure ne concernant généralement que de faibles débits. Les fourchettes de  $K$  retenues en lit majeur reposent par conséquent sur les valeurs données par la littérature, et sont fonction de l'occupation du lit, qui a pu être appréciée grâce aux plans d'ensemble des sections considérées, figurant très

fréquemment dans les archives : suivant les sections, les fourchettes de K retenues peuvent être de 5 à 10, 5 à 15, ou 10 à 15.

L'estimation des coefficients de Strickler ne constitue pas cependant la seule source d'incertitude possible. Suivant les cas, un crédit plus ou moins grand a pu être accordé à l'information concernant la cote hautes eaux de la crue, le profil en long du cours d'eau, la section d'écoulement, etc... Dès qu'un doute subsistait sur un des paramètres de l'estimation, une fourchette de valeurs minimales et maximales a été attribuée à la valeur de ce paramètre.

Le fait de travailler à partir d'intervalles de valeurs des paramètres a permis d'évaluer la "sensibilité" du débit estimé vis à vis des différents facteurs d'incertitude, et de définir un large intervalle, dans lequel se trouve très probablement le débit réel de la crue. En retenant les valeurs les plus plausibles des différents paramètres, une valeur de débit "probable" a de plus été définie dans chaque cas.

A titre d'exemple, la figure 3.21 présente les documents ayant permis l'estimation du débit de la crue de 1820 sur le Lauquet, dans une section située à l'amont du barrage de Verzeille. Ces plans, datant de 1860, sont issus des archives départementales<sup>29</sup>, et présentent l'avantage de donner la pente de la ligne d'eau entre plusieurs sections, à l'amont du barrage. D'après ces plans, la section située le plus à l'amont n'est plus influencée par le remous du barrage, et c'est donc elle qui a été retenue pour l'estimation du débit. Nous n'avons aucune raison de remettre en cause les cotes de la crue, ni la forme de la section. Le lit mineur est assez large dans cette zone, et d'après les plans on peut estimer la surface mouillée à environ 150 m<sup>2</sup> en lit mineur et 50 m<sup>2</sup> en lit majeur. La plus forte incertitude provient donc de l'estimation des coefficients de Strickler : nous avons considéré qu'ils étaient compris entre 15 et 20 en lit mineur et entre 5 et 15 en lit majeur. A partir de ces intervalles, le débit estimé varie de 550 à 760 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, avec une valeur probable de 670 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> correspondant à K=18 en lit mineur et K=10 en lit majeur.

### 3.3.2.2 Cas des sections en régime non uniforme

Ces cas correspondent à des section situées sous des ponts, avec un important resserrement de la section, ou parfois au passage sur un barrage ou un seuil. Dans ces cas, le régime n'est pas uniforme et la formule de Manning Strickler ne peut donc être appliquée. Toutefois, comme nous l'avons dit plus haut l'hypothèse du régime critique peut également rarement être retenue.

Dans ces situations, les estimations de débit ont été réalisées en proposant directement une fourchette et une valeur probable de la vitesse moyenne dans la section. Ces vitesses ont été définies en tenant compte de la position de la cote des hautes eaux utilisée (amont ou aval de l'ouvrage par exemple), et en considérant que l'écoulement était d'une façon générale plus rapide qu'en régime uniforme. L'application de la formule de Manning-Strickler a par conséquent guidé

---

<sup>29</sup>référence documentaire n°259 : Archives Départementales de l'Aude, cote S526

### 3.3 Estimation des débits de pointe des crues historiques

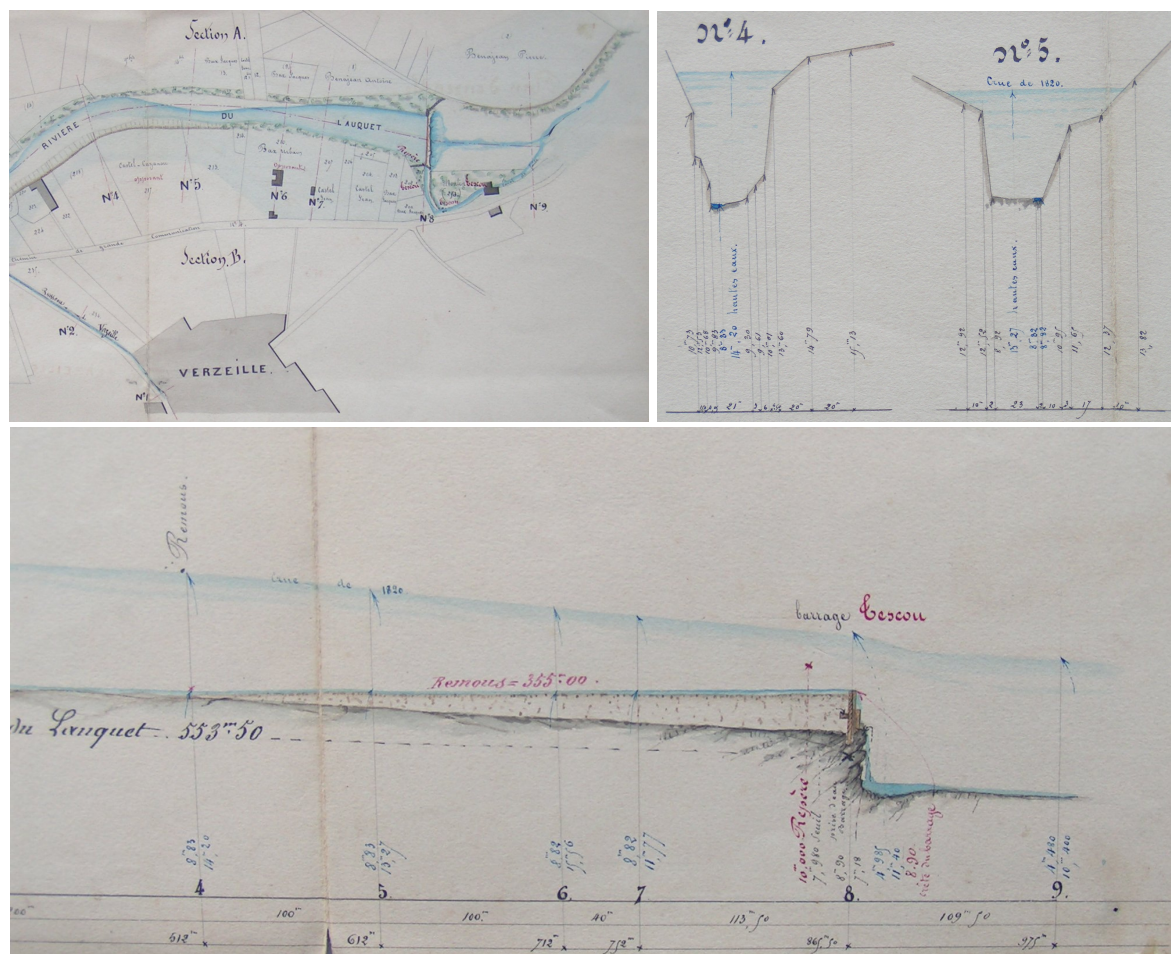


FIG. 3.21 – Plans ayant servi à l'estimation du débit de la crue de 1820 sur le Lauquet - Le barrage représenté sur les plans est celui toujours présent dans la traversée de Verzeille

les estimations, en donnant un ordre de grandeur des vitesses qui avaient probablement été dépassées. Par ailleurs, nous avons également considéré que la vitesse de passage en régime critique,  $\sqrt{g \cdot h}$ , constituait une limite supérieure, le passage en régime torrentiel étant généralement très localisé au niveau des ouvrages, et immédiatement suivi d'un ressaut permettant de retrouver un régime fluvial.

Les fourchettes de vitesse ainsi définies sont fréquemment de  $2$  à  $4 \text{ m.s}^{-1}$  pour une ligne d'eau relevée à l'amont d'un ouvrage, et de  $3$  à  $5 \text{ m.s}^{-1}$  pour une ligne d'eau relevée à l'aval. Toutefois ces fourchettes peuvent varier quelque peu en fonction du contexte, et en particulier des valeurs de vitesse données par la formule de Manning Strickler, ainsi que de la vitesse critique.

Dans le cas des ponts qui ont été équipés de stations limnigraphiques, les données des jaugeages ont également permis de vérifier la cohérence des fourchettes de vitesses retenues. Dans le cas de la Clamoux par exemple, les cotes des crues de 1940 (repère de crue), 1874 et 1891 (plan

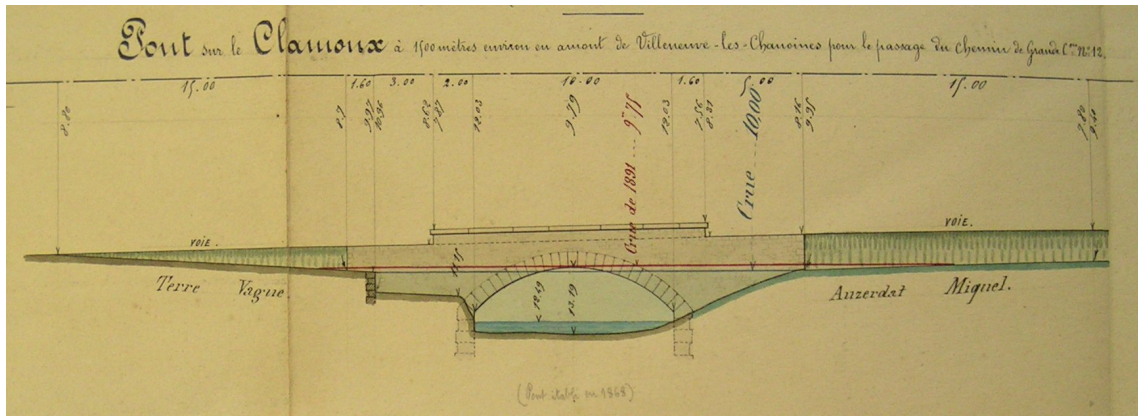


FIG. 3.22 – Plan ayant servi à l'estimation des débits des crues de 1874 et 1891 sur la Clamoux - Le pont est celui de la RD112 à l'amont de Villeneuve Minervois et a accueilli a station limnigraphique de 1964 à 1992

d'archives<sup>30</sup>, cf. figure 3.22) ont été retrouvées au niveau du pont qui a par la suite accueilli la station de mesure. Les cotes des crues historiques, ramenées à l'échelle de mesure de la station, correspondent à des hauteurs de 2.54 m en 1940, 3.00 m en 1874, et 3.25 m en 1891. Les jaugeages effectués, représentés sur la figure 3.5, correspondent à des hauteurs bien plus faibles, mais indiquent que la vitesse dans cette section est élevée (plus de  $2 \text{ m.s}^{-1}$  jaugés pour une hauteur de 0.76 m). Par ailleurs, l'application de la formule de Manning-Strickler (avec  $K=25$  compte tenu de la propreté de cette section) donne une vitesse moyenne de l'ordre de  $3.3 \text{ m.s}^{-1}$  en 1940 et  $2.7 \text{ m.s}^{-1}$  en 1874 et 1891. La vitesse critique (calculée sur la base d'une section rectangulaire), pour sa part, est d'environ  $5 \text{ m.s}^{-1}$  pour la crue de 1940, et  $5.5 \text{ m.s}^{-1}$  pour celles de 1874 et 1891. Il est peu probable que la vitesse critique ait été atteinte, les cotes des trois crues semblant être données au niveau de la face amont de l'ouvrage. Finalement, dans cette section les fourchettes de vitesses retenues sont de 3 à  $5 \text{ m.s}^{-1}$  pour les trois crues, avec une valeur probable de  $4 \text{ m.s}^{-1}$ .

### 3.3.2.3 Recoupement des différentes estimations réalisées pour une même crue

Il a parfois été possible de reconstituer le débit d'une même crue, en plusieurs sections différentes dans le secteur d'étude défini sur chaque cours d'eau. Dans ce cas, la comparaison des différentes estimations réalisées a permis d'effectuer la critique de ces estimations, puis de retenir l'une d'entre elles, jugée plus fiable, ou parfois de combiner plusieurs de ces estimations pour aboutir à l'intervalle de débit final.

Le tableau 3.1 présente l'exemple des estimations obtenues en quatre sections différentes, pour la crue de 1874 sur l'Orbiel. Les résultats sont présentés en débit pseudo-spécifique, de façon à être comparables, étant donnée la différence de surface drainée entre les différents points d'estimation. Ce tableau montre qu'il n'existe pas de fortes incohérences entre les quatre estimations effectuées. Les intervalles sont simplement plus larges lorsque la surface mouillée n'a pas pu être déterminée

<sup>30</sup>référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Equipeement de l'Aude

### 3.3 Estimation des débits de pointe des crues historiques

Section	Surface drainée en $km^2$	Section mouillée en $m^2$	Methode d'estimation des vitesses	Débit pseudo-spéc. estimé $Q/S^{0.8}$		
				borne inf.	valeur probable	borne sup.
1 - Lastours - barrage Roger	73	64	choix d'un intervalle	4.20	5.17	7.27
2 - Lastours - pont	87	52	Manning Strickler	4.21	5.05	6.18
3 - La caunette - passerelle	95.5	64 à 73	Manning Strickler	2.61	4.04	5.99
4 - Pont de la fonde	97	51 à 83	choix d'un intervalle	2.70	6.43	8.49

TAB. 3.1 – Estimations de débit réalisées pour la crue de 1874 sur l'Orbiel

avec précision. C'est finalement l'estimation n°2, réalisée au pont de Lastours, qui a été retenue, car les documents qui ont permis cette estimation nous paraissent de loin les plus fiables.

#### 3.3.3 Présentation de l'ensemble des estimations de débit effectuées

Malgré toutes les précautions prises, les estimations réalisées relèvent en grande partie du dire d'expert. Toutes ces estimations sont présentées, sous forme de fiches synthétiques, en annexe 3. Elles restent ainsi criticables et modifiables. Ces fiches regroupent l'ensemble des éléments ayant abouti à l'estimation des débits, à savoir (cf. figure 3.23) :

- La référence aux documents ayant fourni l'information sur la crue (numéros d'identifiant, dans la base de données, des références documentaires utilisées). Lorsque ces documents comportent des plans, une photo de l'un d'entre eux est généralement présentée. Un schéma de la section considérée est également systématiquement présent.
- L'ensemble des cotes du profil en travers, du niveau des hautes eaux, ainsi que les cotes permettant le calcul de la pente du lit (ou de la ligne d'eau). Ces données sont commentées de façon à connaître leur origine ainsi que la fiabilité qui peut leur être attribuée.
- Le calcul de la section d'écoulement déduit des données précédentes, ainsi que le calcul de débit d'après la formule de Manning Strickler, et le calcul de la vitesse critique. Ces calculs ont été effectués à titre indicatif y compris dans les sections où la formule de Manning Strickler n'est pas applicable, puisque dans ce cas la formule donne malgré tout une information utile pour l'évaluation des vitesses.
- La méthode d'estimation finalement utilisée, ainsi que les fourchettes retenues pour les différents paramètres de calcul, sont ensuite présentées et commentées. Enfin, la fourchette de débit estimée, compte tenu de l'incertitude sur les paramètres, ainsi que la valeur la plus probable du débit sont indiquées.

#### 3.3.4 Cas des crues dont le débit ne peut être estimé

Pour certaines des crues historiques identifiées, aucun élément concernant le niveau d'eau atteint, ainsi que la section d'écoulement correspondante, n'a pu être retrouvé. Ces crues ont tout de même été répertoriées car elles ont généralement occasionné quelques dégâts (souvent des barrages "légers", ou des murets de protection des rives, endommagés ou emportés), dont la réparation est évoquée dans les documents d'archives. De façon à rendre cette information exploitable par la suite, il s'avère nécessaire d'obtenir un minimum d'information sur le niveau



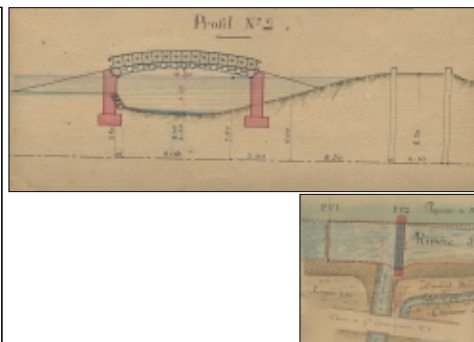
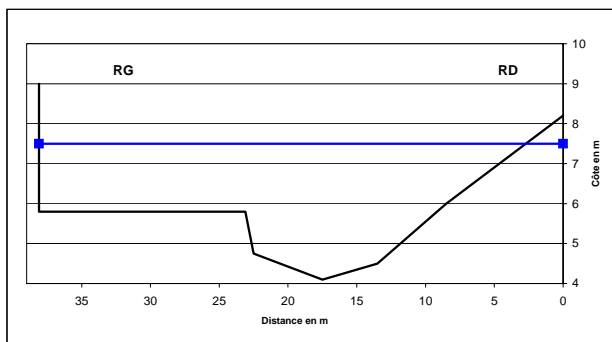
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°10

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1874**

Localisation de la section: **Lastours - La Caunette** (confluence ruisseau de la Caunette)  
Surface drainée: **95,5 km²**

Références documentaires utilisées: référence n°169 (construction d'une passerelle par Mr Bonnet)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	8,2
2	0	8,5	6
3	0	13,5	4,5
4	0	17,5	4,1
5	0	22,5	4,75
6	0	23,1	5,8
7	0	33,1	5,8
		38,1	5,8
		38,1	9

Commentaires:  
Section donnée par les plans de la référence 169 (partielle), complétée par un levé de terrain.  
Bonne concordance entre les deux sources, qui laisse penser que le lit a peu évolué dans ce secteur.

#### Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	7,5
	0	38,1	7,5

Commentaires:  
Côte donnée par les plans de la référence 169.

#### Pente de la ligne d'eau

Commentaires:  
La pente du lit ne figure pas sur les plans donnant la section et la côte de la crue. La pente de 0,012 correspond à la moyenne des pentes données dans des sections situées un peu plus à l'amont, par plusieurs plans datant du XIXème siècle.  
En 1930 la pente en ce secteur est évaluée à 0,015

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 7,5  
Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 17,63  
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 28,18  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 26,84  
**Surface mouillée totale, en m²: 72,64**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:  
K = 10,00  
Rh = 1,18  
V (m/s) = 1,22  
Q (m³/s) = 21,50

En lit mineur:  
K = 17,00  
Rh = 2,35  
V (m/s) = 3,29  
Q (m³/s) = 92,69

En lit majeur rive gauche:  
K = 10,00  
Rh = 1,68  
V (m/s) = 1,55  
Q (m³/s) = 41,50

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 155,68

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,78

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Les sources d'incertitude sont nombreuses pour cette estimation.  
La section figurant sur les plans est incomplète en rive gauche. Elle a été complétée par un levé de terrain, très cohérent avec les côtes indiquées sur le plan, ce qui laisse penser qu'il y a eu peu d'évolution dans le temps de cette section. En hypothèse basse toutefois, la section telle que donnée par les plans (non complétée) a été utilisée.  
La pente n'est pas donnée par les plans. Elle est très vraisemblablement comprise entre 0,01 et 0,015. L'influence sur l'estimation du débit reste limitée, puisque en retenant un coefficient K de 20, le débit varie de 160 m³/s (pente de 0,01) à 190 m³/s (pente de 0,015).  
L'hypothèse d'un régime uniforme a été retenue, et la formule de Manning Strickler appliquée pour l'estimation du débit.  
Le coefficient de Strickler est comme toujours difficile à évaluer. Nous avons retenu des valeurs situées entre 5 et 15 en lit majeur et entre 15 et 20 en lit mineur.  
En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15, une pente de 0,01, et une section incomplète, on obtient un débit de 100 m³/s.  
En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20, une pente de 0,015, et une section complétée, le débit est de 230 m³/s.  
L'hypothèse moyenne correspond à des coefficients K de 10 et 17 et une pente de 0,012, ainsi qu'une section complétée, soit un débit de 155 m³/s.

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	28	36	100 m³/s	2,61
Hypothèse haute:	28	44	230 m³/s	5,99
Hypothèse intermédiaire:	28	44	155 m³/s	4,04

FIG. 3.23 – Exemple de fiche présentant l'estimation du débit de la crue de 1874 sur l'Orbiel



d'intensité de ces crues. Il est essentiel notamment de savoir si elles ont dépassé ou non le seuil de perception.

Ces crues au débit non estimé semblaient être, d'une façon générale, d'intensité modérée, nous avons fait le choix de fixer les seuils de perception à un niveau suffisamment élevé, de façon à pouvoir raisonnablement supposer que les crues au débit non connu n'ont pas atteints ces seuils.

Pour cela, nous avons mis à profit les descriptions qualitatives des crues, retrouvées dans certains documents d'archives, et notamment, pour chacune d'entre elles, les références aux crues antérieures. Ces références ne sont d'ailleurs pas nécessairement explicites : à titre d'exemple, un plan faisant suite à la crue de 1891, et sur lequel figurent également les crues de 1820 et 1872, peut signifier de façon implicite que ces crues sont les trois plus fortes observées de 1820 à 1891. En utilisant ce type d'informations, explicites ou non, il est souvent possible d'acquérir la quasi-certitude que l'une des crues historiques, dont le débit a pu être estimé, n'a pas été dépassée par celles dont le débit n'est pas connu.

Parfois pourtant, le choix du seuil de perception repose sur une hypothèse plus fragile : comme nous allons le voir par la suite, nous avons parfois du émettre l'hypothèse que les crues au débit non connu, si elles avaient débordé en lit majeur, auraient causé des dégâts importants, et auraient du donner lieu à une documentation plus fournie en archives.

Comme nous le verrons par la suite, ce choix volontaire de seuils de perception relativement élevés, a parfois fait que certaines des crues historiques, dont le débit a pu être estimé, se situent au dessous du seuil de perception.

Sur les graphiques du paragraphe 3.4, les crues historiques au débit non estimé sont représentées en pointillé. Le niveau de débit qui leur est affecté a été fixé, de façon totalement arbitraire, au niveau du seuil de perception. La seule information dont nous disposons est que le débit de ces crues est très probablement inférieur au seuil.

## 3.4 Présentation des chroniques de crues finalement obtenues

### 3.4.1 Bassin de la Clamoux

Les résultats de la reconstitution historique des crues de la Clamoux sont présentés sur la figure 3.24.

En dehors de la période d'enregistrements systématiques, 23 crues historiques ont été recensées, de la fin du  $XVIII^{eme}$  siècle à la fin du  $XX^{eme}$  siècle. Le débit a pu être évalué pour sept de ces crues (trois au  $XIX^{eme}$  siècle et quatre au  $XX^{eme}$  siècle). La crue de 1999, qui est de loin la plus forte de toutes (débit est évalué à environ  $200\text{ m}^3.s^{-1}$ ), se situe en dehors de la période d'enregistrements systématiques et a donc été considérée comme une crue historique. La méthode

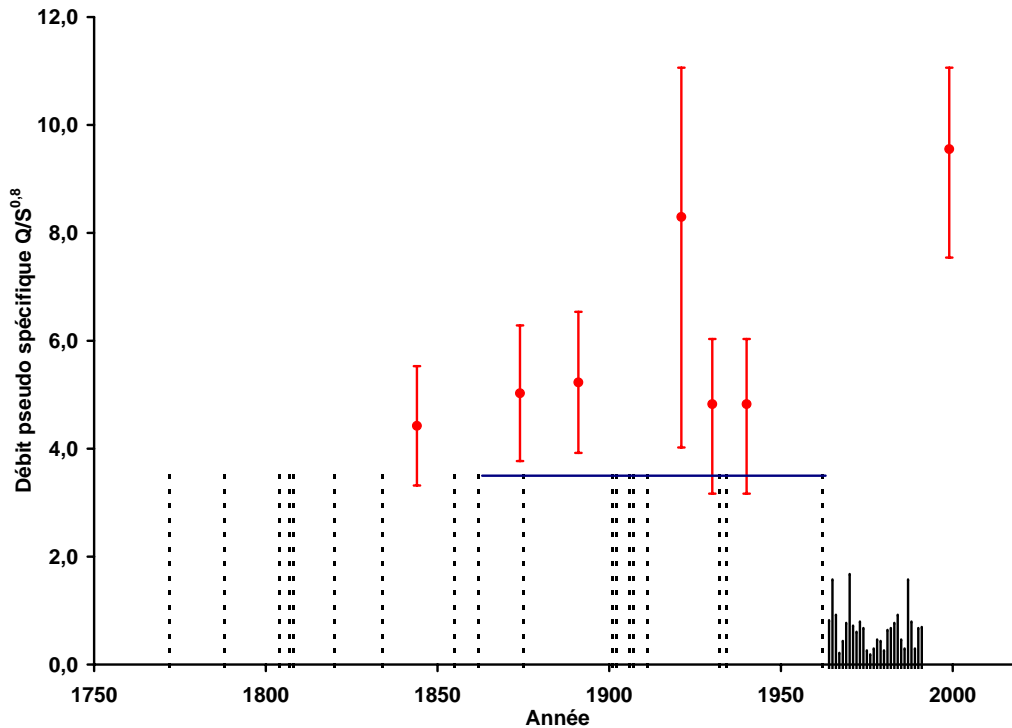


FIG. 3.24 – Résultats de la reconstitution des crues historiques de la Clamoux

d'estimation utilisée pour reconstituer le débit de cette crue est d'ailleurs en tous points similaire à celle employée pour les autres crues historiques.

Les sections au niveau desquelles le débit des crues historiques a pu être estimé correspondent pour leur quasi totalité au passage sous deux ouvrages : celui situé sur la RD112 à l'amont direct de Villeneuve Minervois, sur lequel a été installée par la suite la station limnigraphique entre 1964 et 1992 ; et le pont dit "du Couvent", dans la traversée de Villeneuve Minervois. Au niveau de ces deux ponts la surface drainée est quasiment identique, de l'ordre de  $42 \text{ km}^2$ . Les sources d'information exploitées proviennent à la fois des fonds du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées aux archives départementales, des archives de la DDE, ou directement des quelques repères de crues présents sur ces deux sites (crues de 1930 et 1940). Seule la crue de 1999 n'a pas été estimée au niveau d'un passage sous ouvrage : la section correspondante a été levée par Gaume [2000], à quelques dizaines de mètres à l'aval du pont du Couvent dans la traversée de Villeneuve. Enfin, des estimations réalisées au niveau du pont de la RD620, à l'aval de Villeneuve (ou la surface drainée est plus importante), ont permis d'effectuer des recoupements et de confirmer l'estimation du débit de pointe pour trois des crues historiques (1874, 1891 et 1930). Finalement, la proximité des différentes sections utilisées fait que dans le cas de la Clamoux, la surface drainée peut être considérée comme quasi-identique pour toutes les estimations de débit effectuées ( $42 \text{ km}^2$ ).

L'estimation du débit de la crue de 1921 reste, à ce jour, très incertaine. Si l'occurrence d'une crue très importante à cette date ne fait aucun doute, la source ayant servi à l'estimation nous paraît peu fiable (article de La Dépêche de 1962 précisant qu'en 1921 "la Clamoux roulait des eaux de 5 mètres et le couvent était recouvert de deux mètres d'eau"). Il est probable que le pont du couvent ait été endommagé puis reconstruit suite à cette crue. Malheureusement les archives relatives à la vicinalité <sup>31</sup> dans la commune de Villeneuve Minervois, n'ont pas permis de confirmer ce point, ni d'obtenir un complément d'informations sur la crue de 1921.

On peut remarquer que les crues dont le débit a pu être reconstitué au  $XIX^{eme}$  siècle, ne sont peut être pas les plus importantes sur ce siècle. Il est même probable qu'elles aient été dépassées, par exemple lors d'événements marquants comme la crue de 1843, pour laquelle nous disposons de très peu d'informations concernant la Clamoux. Les débits qui ont été atteints au  $XX^{eme}$  siècle en 1921 et en 1999 viennent conforter cette idée. Il ne nous est donc pas paru possible, à partir des données reconstituées sur la Clamoux, de définir un seuil de perception fiable sur l'ensemble du  $XIX^{eme}$  siècle.

Seule la période 1862-1963 a finalement été considérée dans le jeu de données historiques final. Sur cette période des incertitudes persistent en ce qui concerne certaines crues historiques, pour lesquelles le débit ne peut pas être évalué. Le seuil de perception a été fixé à un débit pseudo-spécifique de 3.5 sur l'ensemble de la période (soit un débit de  $70\text{ m}^3.s^{-1}$ ), ce qui correspond à peu de choses près à la borne inférieure du débit estimé pour la crue de 1874. A ce niveau de débit on atteint quasiment la mise en charge des ponts dans la traversée de Villeneuve Minervois, et il nous semble par conséquent peu probable qu'une crue de cette ampleur n'ait pas laissé de traces, permettant d'évaluer son débit, dans les fonds d'archives examinés. Avant 1874, la première crue relatée ayant causé des dégâts significatifs, est celle de 1862, ce qui explique que la période historique définie débute en 1863. Par la suite, certains plans d'archives indiquant les cotes des crues de 1891 et 1874, n'évoquent pas celle de 1875, que l'on peut supposer bien inférieure à celle de 1874, et donc au seuil. Au  $XX^{eme}$  siècle, le seuil est dépassé par les crues de 1921, 1930, 1940 et 1999, dont le débit est estimé (pour les crues de 1930 et 1940 la borne inférieure de l'estimation de débit se situe légèrement au dessous du seuil, mais nous avons tout de même considéré que ces crues avaient dépassé le seuil). D'après des témoignages, la crue de 1962 est inférieure à celles de 1930 et 1940, et il nous semble par conséquent peu probable qu'elle ait atteint le seuil, d'autant qu'aucun repère de crue n'est présent, alors que des repères ont été apposés suite aux crues de 1930 et 1940. Enfin, les crues de 1901, 1902, 1906, et 1911 posent plus de difficultés, car nous ne disposons que de très peu d'informations concernant ces crues. Aucun témoin ne les évoque, et aucun document d'archives ne relate de dégâts occasionnés à Villeneuve. D'autre part, les informations disponibles plus à l'aval nous montrent qu'en 1906, l'inondation de Villegly est due à La Ceize et non à La Clamoux. Toujours à Villegly, les crues de 1901 et 1911 sont inférieures à celle de 1906. Celle de 1902 n'est même pas relatée. Tous ces

---

<sup>31</sup> Archives Départementales de l'Aude - série O

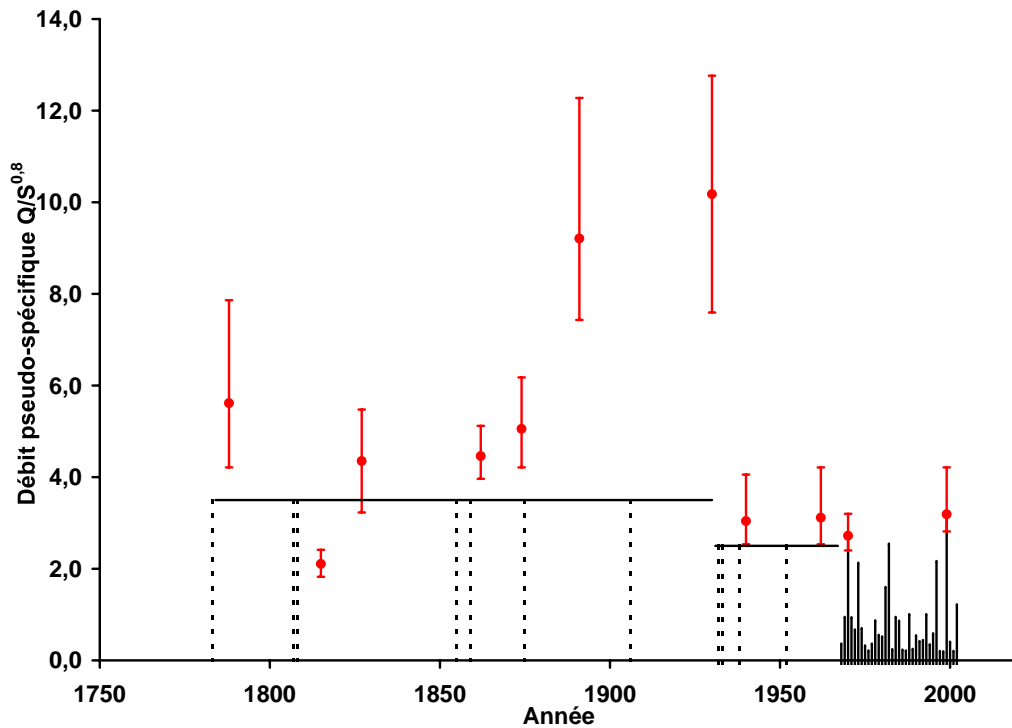


FIG. 3.25 – Résultats de la reconstitution des crues historiques de l'Orbiel

éléments nous permettent raisonnablement de penser que ces quatre crues du début du  $XX^{eme}$  siècle n'ont pas dépassé le seuil de perception.

### 3.4.2 Bassin versant de l'Orbiel

Les résultats de la reconstitution historique des crues de l'Orbiel sont présentés sur la figure 3.25. Vingt crues historiques ont été recensées, dont la première date de 1783. Le débit de pointe a pu être évalué pour 9 d'entre elles, au niveau de sections qui sont plus éloignées les unes des autres que dans le cas de la Clamoux : elles couvrent l'ensemble de la zone d'étude, depuis le pont des Ilhes jusqu'au pont de La Fonde (cf. figure 3.6), soit une surface drainée variant de 69 à 97  $km^2$ . De plus, les caractéristiques de ces sections sont très variables : on retrouve des passages sous ouvrages (notamment le pont des Ilhes, le pont de Lastours, et le pont de La Fonde, et également des passerelles installées sur le cours d'eau), mais également des sections d'écoulement libre en lit majeur, ainsi que certaines sections situées au niveau des différents barrages établis sur le cours d'eau (qui sont très nombreux, nous l'avons vu, jusqu'au début du  $XX^{eme}$  siècle). Cette hétérogénéité de l'information historique traduit tout simplement le fait que dans le cas de l'Orbiel, les sources documentaires sont extrêmement nombreuses, beaucoup plus par exemple que dans le cas de la Clamoux. Ceci permet dans la plupart des cas de recouper l'information obtenue en plusieurs sections, et ainsi de fiabiliser les estimations de débit réalisées.

Par ailleurs, du fait de la quantité d'information disponible, le seuil de perception peut être aisément évalué, dès la fin du *XVIII<sup>ème</sup>* siècle. Dans un premier temps, de 1784 à 1930, on peut le considérer égal à un débit pseudo-spécifique de 3.5 (soit un débit d'environ  $125\text{ m}^3.s^{-1}$  à Lastours). Ce niveau de débit correspond à la borne inférieure de l'estimation de la crue de 1827. Un rapport de 1840, ainsi que des plans de 1844<sup>32</sup>, qui évoquent les crues de 1788, 1815, et 1827, laissent raisonnablement penser que ces trois crues, et donc le seuil, n'ont pas été dépassés entre 1788 et 1840. Une autre crue, dont on ne connaît pas l'intensité, a eu lieu en 1783, et de ce fait nous avons considéré que l'application du seuil pouvait débuter en 1784. Pour la période consécutive à 1840, nous savons qu'une forte crue a eu lieu en 1843 sur la Cesse, l'Ognon et l'Argent Double, mais cette crue ne semble pas avoir touché l'Orbiel. Cette crue n'est d'ailleurs pas évoquée dans le règlement général des eaux de l'Orbiel, établi en 1850<sup>33</sup>. De plus, la crue de 1862 est décrite comme la plus forte ayant eu lieu depuis plus de 30 ans<sup>34</sup>, ce qui permet de penser que le seuil n'a pas été dépassé entre 1827 et 1862. Plus tard, la crue de 1874 sera décrite comme "la plus forte dont on ait conservé le souvenir", en 1880<sup>35</sup>, et est toujours prise pour référence en 1887 pour l'établissement d'une passerelle<sup>36</sup>. La crue de 1875 n'est pas évoquée dans ces documents, ce qui nous amène à penser qu'elle est inférieure au seuil. Les plans indiquant à la fois les crues de 1874 et 1891<sup>37</sup> n'évoquent d'ailleurs pas plus cette crue de 1875. La crue de 1906, pour sa part, fait partie des moins biens connues : si quelques dégâts aux barrages ont été occasionnés, l'absence de documents, et de repères, concernant cette crue (par exemple dans les rapports évoquant à la fois les crues de 1930 et 1891), permet de penser qu'il ne s'agit pas d'une crue majeure. Enfin, à partir de 1931, le seuil de perception peut être évalué à un débit pseudo-spécifique de 2.5 (soit un débit de  $90\text{ m}^3.s^{-1}$  environ à Lastours), qui correspond au niveau inférieur de l'estimation du débit de la crue de 1940. En effet, les différents témoignages et repères de crue indiquent que les crues de 1940, 1962, 1930 et 1999 sont les quatre plus fortes crues dont la mémoire subsiste au *XX<sup>ème</sup>* siècle. Celles de 1940 et 1962 sont les plus faibles des quatre, et dépassent tout juste le seuil de 2.5.

Une confusion existe probablement, dans les documents exploités, entre les crues de 1872 et 1874 : les documents d'archives évoquant ces deux crues concernent en effet la même section, et indiquent un niveau de crue identique. Mais le plan sur lequel figure la crue de 1872<sup>38</sup> a été endommagé, et ne comporte plus sa page d'en-tête : la date de la crue concernée a été ajoutée après coup sur ce plan. D'autre part, plusieurs documents d'archives évoquant la crue de 1874 indiquent qu'une telle crue n'avait pas été observée depuis une longue période sur l'Orbiel. Aucun autre document, en dehors du plan déjà cité, n'évoque la crue de 1872 sur l'Orbiel. Cet événement a touché le secteur amont du bassin versant de l'Aude, et notamment le Lauquet et la Salz, mais ne semble s'être étendu jusqu'à la Montagne Noire. Pour ces raisons, la crue de 1872 n'a pas été

---

<sup>32</sup>référence documentaire n°168 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2455

<sup>33</sup>référence documentaire n°151 : Archives Départementales de l'Aude, cote S555

<sup>34</sup>référence documentaire n°154 : Archives Départementales de l'Aude, cote S554

<sup>35</sup>référence documentaire n°249 : Archives Départementales de l'Aude, cote 2Op1595

<sup>36</sup>référence documentaire n°169 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2365

<sup>37</sup>référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>38</sup>référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

incluse dans le jeu de données final de l'Orbiel.

Il est enfin intéressant de remarquer que sur la période systématique, les crues de 1970 et 1999 ont très probablement dépassé le seuil de perception de 2.5. Pour ces deux crues nous avons vu que le débit a été estimé à l'aide de la formule de Manning Strickler, et pour cette raison, ces deux crues ont été représentées, sur la figure 3.25, de la même façon que les crues historiques (bornes d'estimation de débit et valeur probable).

### 3.4.3 Bassin du Lauquet

La figure 3.26 présente la série de données obtenue pour le bassin versant du Lauquet. Au total, 19 crues historiques sont recensées sur la période 1801 - 1967. Les débits ont pu être estimés pour 11 d'entre elles, en exploitant principalement les cotes de crues retrouvées au niveau des ouvrages d'art (Pont de la RD104 à Saint Hilaire, pont du domaine du Pech, pont de la gare de Verzeille, ..). Quelques archives issues du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées ont également pu être valorisées, notamment au niveau du barrage de Verzeille. En ce qui concerne les crues de la période 1960 - 1967, leur débit n'a pas été estimé à partir des enregistrements de la station de Leuc (en fonction à partir de 1960), mais en exploitant des repères de crue situés plus à l'amont. Ces crues peuvent par conséquent être considérées comme des crues historiques.

Le seuil de perception a été fixé à un débit pseudo-spécifique de 6 pour l'ensemble de la période historique (soit un débit de l'ordre de  $375 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  à la station de Saint-Hilaire). Ce seuil, élevé, correspond à peu de choses près à la borne inférieure des estimations de débit des crues de 1872, 1959, 1962 et 1963. Plusieurs éléments permettent de justifier le choix de ce seuil, et permettent par la même occasion d'affirmer que les sept crues historiques dont le débit n'a pas pu être estimé, sont probablement restées inférieures au seuil. Au *XIX<sup>ème</sup>* siècle par exemple, les documents évoquant les crues de 1872 et 1891<sup>39</sup>, font référence à la crue de 1820, et ne citent pas celles de 1843 et 1862, pourtant plus récentes. Ceci permet de supposer que le niveau de la crue de 1872 n'a pas été dépassé entre 1820 et 1891. La première crue recensée avant 1820 ayant eu lieu en 1801, nous avons considéré que le seuil s'appliquait à partir de 1802. Les crues de 1898, 1907 et 1908, dont le débit a été estimé, n'ont pas atteint le seuil. La description de la crue de 1911<sup>40</sup> montre que cette crue est encore inférieure aux trois précédentes. En 1930, les cours d'eau situés à l'amont de Carcassonne ont peu réagi d'après les rapports détaillés concernant cette crue<sup>41</sup>. Il semble donc peu probable que le seuil ait été atteint. Par la suite, les relevés retrouvés à l'échelle de Leuc se font relativement fréquents (mais malgré tout discontinus), et ne laissent apparaître aucune crue comparable à celle de 1962. A cette échelle par exemple le niveau de la crue de 1965<sup>42</sup> est inférieur de plus de 50 cm à celui de 1962, et le niveau enregistré en 1952 est encore bien plus bas. Par ailleurs, les repères de crue, assez nombreux, ne permettent pas d'identifier

---

<sup>39</sup>référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>40</sup>référence documentaire n°146 : Archives Départementales de l'Aude, cote 13M770

<sup>41</sup>référence documentaire n°124 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2024

<sup>42</sup>références documentaires n°40,41 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

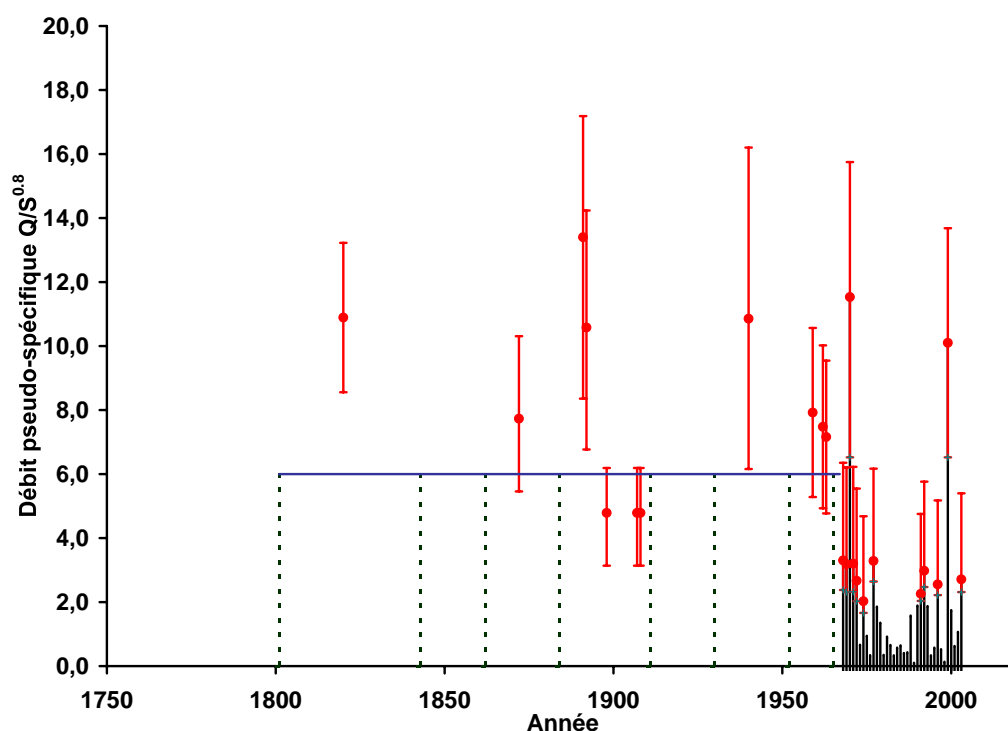


FIG. 3.26 – Résultats de la reconstitution des crues historiques du Lauquet

d'autres crues que celles de 1940, 1959, 1962 et 1963. Tout ceci nous amène à conclure que les crues de 1940, 1959, 1962 et 1963 ont été les seules à dépasser le seuil de perception entre 1900 et 1967.

En ce qui concerne les données systématiques, celles ci ont été représentées en tenant compte, lorsque les débits ont été estimés à partir de la formule de Manning Strickler, des bornes inférieures et supérieures pouvant être associées à ces estimations (ces bornes ont été calculées, en lit mineur, sur la base d'une fourchette de vitesses moyennes allant de  $1.5$  à  $3.5 \text{ m.s}^{-1}$ ). Du fait du domaine de validité très limité de la courbe de tarage, les crues concernées sont beaucoup plus nombreuses que dans le cas des autres cours d'eau étudiés.

### 3.4.4 Bassin de la Salz

La série de données reconstituée sur la Salz, présentée sur la figure 3.27, inclut 26 crues historiques sur une période allant de 1801 à 1967. Le débit de pointe a pu être estimé pour la quasi-totalité de ces crues (21 très exactement). Parmi elles, 12 concernent la période 1932-1967, au cours de laquelle le seuil de perception est particulièrement bas. En effet, à cette époque la Salz était déjà surveillée pour l'annonce des crues, et des lectures de hauteur à l'échelle du pont de Couiza étaient par conséquent effectuées à un pas de temps journalier, ramené à 4 heures puis à une heure en période de crue. Les registres des lectures effectuées ont été retrouvés dans les

archives de la DDE<sup>43</sup>, à partir de l'année 1932. L'échelle ne semble pas avoir été modifiée depuis cette date. Elle est encore présente sur le site. Toutefois les lectures ne sont pas systématiquement exploitables, car souvent trop espacées dans le temps, et ne permettant pas de savoir si le pic de crue a réellement été observé. Pour cette raison, ces lectures n'ont pas été exploités comme des données systématiques, mais uniquement pour les années où le pic de crue, suffisamment important, est connu avec certitude. On peut considérer que c'est le cas pour toutes les crues ayant déclenché l'alerte (et donc des lectures horaires), soit pour un seuil de perception correspondant à une hauteur de 2 mètres à l'échelle. Cette hauteur seuil correspond à un débit pseudo-spécifique de 2 (soit un débit de l'ordre de  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  à la station de Cassaignes).

En ce qui concerne la période historique précédant 1932, le débit a pu être évalué pour 9 crues sur les 14 recensées. Les informations exploitées concernent là encore, pour la plupart, les niveaux d'eau atteints au niveau du pont de Couiza. L'échelle de crue existait en effet dès la fin du *XIX<sup>eme</sup>* siècle<sup>44</sup>. Elle a été plusieurs fois modifiée jusqu'en 1931, ce qui ne facilite pas l'exploitation des quelques lectures à cette échelle qui ont été retrouvées<sup>44,45</sup>. Toutefois, le site présente également de nombreux repères de crues, et plusieurs plans d'archives ont aussi fourni des cotes de crues au niveau du pont. Ce pont a été totalement reconstruit en 1931 (et sa section nettement agrandie), mais les plans de l'ancien ouvrage ont pu être facilement retrouvés<sup>45</sup>. Une importante difficulté réside également dans la complexité de ce site d'un point de vue hydraulique : outre l'influence du remous de la confluence avec l'Aude, le lit majeur est très large et emprunte les rues du village. Les reconstitutions de débit effectuées au niveau du pont de Couiza présentent par conséquent de larges incertitudes. Par ailleurs, les archives du Service Hydraulique des Ponts et Chaussées ont fourni les cotes des crues de 1820 et 1833, au niveau de deux moulins situés à l'amont direct de Couiza<sup>46</sup>. L'un de ces moulins comporte également plusieurs repères de crues (1891, 1940, 1992). Pour ces crues, qui font partie des plus importantes recensées, des recoupements entre plusieurs estimations de débit ont donc pu être effectués.

Pour la période précédant 1932 le seuil de perception est manifestement très élevé : nous l'avons évalué à un débit pseudo spécifique de 8 (soit un débit de  $395 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  à la station de Cassaignes), qui correspond à un niveau intermédiaire entre les crues de 1893, 1898 et 1930 d'une part, et celles de 1833 et 1872 d'autre part. Une fois encore, de multiples éléments permettent de justifier ce choix. Tout d'abord, les plans donnant le niveau des crues de 1820 et 1833, qui datent de 1847, n'évoquent aucune autre crue (par exemple celles de 1829 et 1846 ne sont pas citées). Une crue majeure, comparable à celles de 1820 et 1833, et ayant eu lieu sur la première moitié du *XIX<sup>eme</sup>* siècle, aurait probablement été reportée sur ces plans. La date de début d'application du seuil a donc été choisie en 1801. Par ailleurs, d'autres plans, évoquant la crue de 1872<sup>47</sup>, indiquent clairement que cette crue est la plus forte recensée après 1820 ("la crue de 1820 a,

---

<sup>43</sup>références documentaires n°215 et 216 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>44</sup>références documentaires n°33 et 37 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude

<sup>45</sup>référence documentaire n°241 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2891

<sup>46</sup>référence documentaire n°232 : Archives Départementales de l'Aude, cote SW2459

<sup>47</sup>référence documentaire n°222 : Direction Départementale de l'Équipement de l'Aude



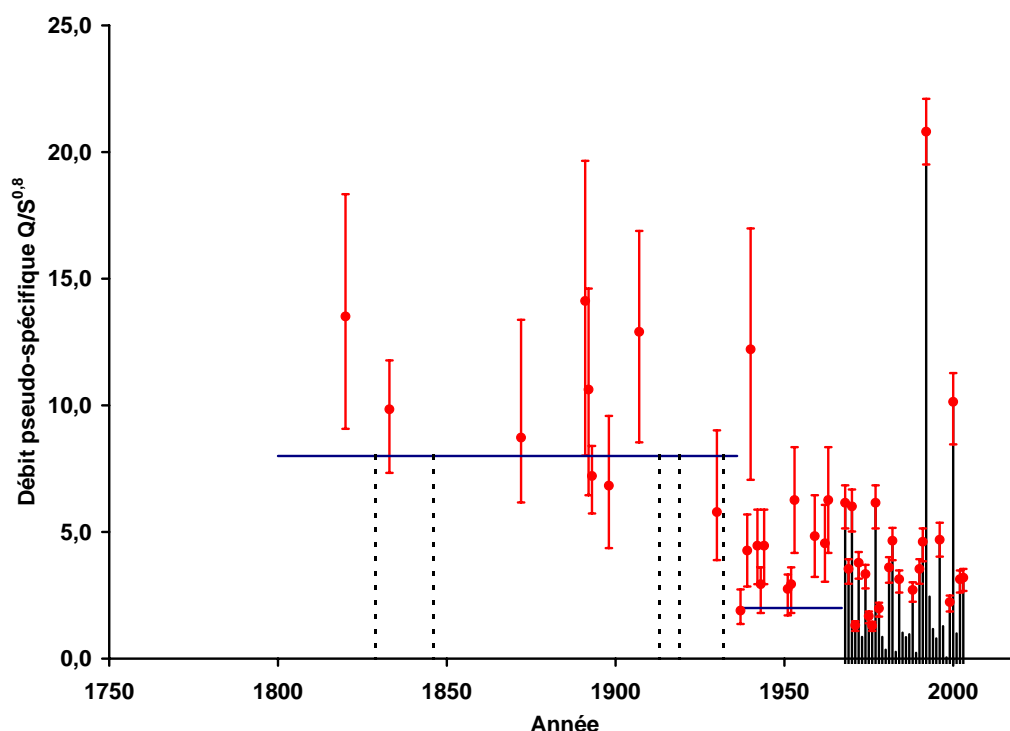


FIG. 3.27 – Résultats de la reconstitution des crues historiques de la Salz (Les intervalles d'estimation restent à intégrer pour les crues de la période systématique ayant dépassé les 2 mètres)

paraît il, été plus forte que celle de 1872, qui vient après celle là”), ce qui confirme que le seuil de perception n’a pas été dépassé par d’autres crues jusqu’en 1872. Un rapport de 1897<sup>48</sup>, qui recense les échelles de crue existantes dans l’Aude, ne cite que les crues de 1820, 1872, 1891, et 1892 à l’échelle de Couiza. Enfin, un rapport demandé suite aux crues de 1930<sup>49</sup> indique que les crues qui restent dans les mémoires sont celles de 1820, 1872, 1891 et 1907. Ce rapport indique avec précision les caractéristiques de la crue de février 1930, et n’évoque nullement les crues de 1893, 1898, 1913 et 1919, qui sont probablement inférieures à celle de 1872, et donc au seuil de perception.

Comme dans le cas du Lauquet, pour de nombreuses crues systématiques le débit a été estimé à partir de la formule de Manning Strickler, car ces crues se situaient au delà de la partie jugée fiable de la courbe de tarage. Les intervalles d’estimation de débit correspondant ont été représentés sur la figure 3.27, sous la même forme que pour les crues historiques.

### 3.5 Conclusion

L’analyse et le traitement de l’information historique sur les crues des petits cours d’eau n’est pas un exercice aisé. Nous avons vu au cours de ce chapitre que de multiples difficultés doivent

<sup>48</sup>référence documentaire n°33 : Direction Départementale de l’Équipement de l’Aude

<sup>49</sup>référence documentaire n°241 : Archives Départementales de l’Aude, cote SW2891

être surmontées avant d'aboutir à des données chiffrées de débits, exploitables d'un point de vue hydrologique.

Tout d'abord, l'étude ne peut pas être menée à l'échelle de l'ensemble d'un cours d'eau : pour pouvoir disposer de données ayant un sens, il devient rapidement nécessaire de recentrer l'étude sur un secteur précis, permettant à la fois de disposer d'une quantité suffisante d'informations historiques, et de rendre possible les estimations de débit. Ces deux conditions peuvent parfois s'avérer difficiles à réunir sur un même site, ce qui oblige généralement à élargir, au minimum, la reconstitution à un tronçon du cours d'eau de quelques kilomètres de long. De ce fait, la surface drainée n'est pas tout à fait homogène au sein des séries de débits de crues historiques finalement reconstituées, ce qui oblige à travailler sur des valeurs "normées" de ces débits.

Ensuite, d'importantes sources d'incertitude gênent l'estimation des débits des crues historiques : fiabilité parfois incertaine des sources d'information, possibles évolutions de la section d'écoulement, impossibilité fréquente d'appliquer la formule de Manning Strickler, et, lorsque cette formule peut s'appliquer, estimation délicate des coefficients de Strickler  $K$  à l'époque de la crue considérée. Compte-tenu de ces sources d'incertitude, l'intervalle des valeurs de débits possibles pour les crues historiques présente souvent des valeurs allant du simple au double. Les valeurs de débit probable définies relèvent du dire d'expert. Il convient donc de rester très prudent en ce qui concerne les estimations de débit réalisées, l'information réellement fiable étant constituée par les intervalles de débit possible définis pour chaque crue.

On peut également ajouter que dans bon nombre de cas, l'estimation du débit des crues historiques s'avère tout simplement impossible. Ceci ajoute une difficulté lors de la définition du seuil de perception, qui doit à la fois garantir qu'aucune crue dépassant ce seuil n'est restée inconnue, et permettre de savoir si les crues historiques connues, mais dont le débit ne peut être estimé, ont dépassé ou non ce seuil. Ceci nous a souvent contraint à choisir un seuil relativement élevé, de façon à acquérir la quasi certitude que ce seuil n'était pas dépassé par les crues historiques au débit non estimé. Cette "quasi-certitude" repose toutefois parfois sur des hypothèses bien fragiles...

Malgré toutes ces difficultés, les résultats obtenus nous semblent encourageants. En effet, nous ne nous sommes jamais heurtés à un échec complet au cours des quatre reconstitutions menées. Pour chacun des quatre cours d'eau étudiés, une chronique de crues historiques, d'une longueur d'un siècle au minimum, et pouvant aller jusqu'à deux siècles, a pu être ajoutée aux chroniques de mesures systématiques issues des stations limnigraphiques. Ces chroniques donnent de plus une idée du débit atteint, pour chaque crue historique ayant dépassé le seuil de perception. On peut ajouter que, aussi imprécises soient elles, les estimations de débit réalisées pour les crues historiques supportent tout à fait la comparaison avec les données de débit issues des enregistrements limnigraphiques : pour les crues importantes, on en est réduit dans les deux cas à utiliser les mêmes méthodes d'estimation, avec les mêmes facteurs d'imprécision. L'examen des chroniques

finaleme nt obtenues laisse peu de doute quant à l'apport des données historiques reconstituées, pour la connaissance des crues extrêmes des cours d'eau étudiés. Nous nous attacherons à confirmer cet apport dans le chapitre suivant.

On pourra enfin remarquer que la qualité des reconstitutions historiques obtenues semble très liée au contexte local. La reconstitution la plus complète, du moins en ce qui concerne le  $XX^{eme}$  siècle, a été obtenue pour La Salz, pour la bonne et simple raison que ce cours d'eau, intégré dès le début du siècle au réseau d'annonce des crues, était équipé d'échelles de crue auxquelles des lectures régulières étaient organisées. Un autre contexte favorable a été rencontré dans le cas de l'Orbiel, du fait de la forte activité industrielle et agricole existant au  $XIX^{eme}$  siècle sur les rives de ce cours d'eau, équipé de ce fait de très nombreux ouvrages. De ce fait, les sources d'information disponibles permettent de remonter plus loin dans le temps que pour la Salz. Enfin, Le Lauquet et La Clamoux constituent des contextes moins favorables, du fait de l'absence de lectures organisées aux échelles de crues (qui existaient pourtant dès le début du  $XX^{eme}$  siècle), et du faible nombre d'aménagements hydrauliques présents au  $XIX^{eme}$  sur ces cours d'eau. Toutefois, dans ces deux cas, l'exploitation des informations liées à la présence des ponts a permis une reconstitution historique intéressante, sur une durée d'un siècle au minimum (dans le cas de la Clamoux). Dans le cas du Lauquet, la reconstitution effectuée a même pu remonter au début du  $XIX^{me}$ , grâce aux archives relatives à l'un des (très rares) barrages présents sur ce cours d'eau.

## Chapitre 4

# Apport des séries historiques reconstituées pour l'étude statistique des crues éclair

### 4.1 Introduction

Le chapitre qui précède a montré qu'il est possible, dans le cas des petits cours d'eau que nous étudions, de reconstituer des chroniques de crues historiques sur une période d'un à deux siècles, crues dont le débit peut très souvent être évalué. En raison de la longueur de la période qu'elles couvrent, ces chroniques historiques incluent toutes des crues particulièrement intenses. Dès lors, il devient possible d'aborder la deuxième question qui se posait au début de notre travail : dans quelle mesure ces données supplémentaires permettent-elles de préciser l'occurrence des crues éclair, sur les cours d'eau étudiés ?

Le fait de disposer d'informations concernant des crues historiques très intenses devrait logiquement permettre de mieux situer les crues "exceptionnelles" observées dans la période récente (par exemple la crue de 1999 sur la Clamoux, où celle 1992 sur la Salz). Mais la question de l'occurrence des crues éclair ne se limite pas toutefois à l'estimation de la période de retour de ces événements récents. Il s'avère également important de pouvoir estimer le niveau des crues de référence, comme par exemple la crue centennale, très souvent utilisée pour l'étude d'aménagements des cours d'eau ou l'établissement des documents de prévention contre les risques naturels<sup>1</sup>. Là encore, le fait de disposer d'un à deux siècles d'observations historiques devrait permettre de préciser cette valeur de la crue centennale, puisque des crues d'intensité proche devraient logiquement être présentes dans les séries historiques qui ont été reconstituées.

Dans ce chapitre, nous allons donc nous intéresser à l'étude statistique des crues des quatre cours d'eau étudiés, et évaluer l'apport des données historiques lors de cette étude, par rapport à une situation initiale où seuls les enregistrements systématiques étaient disponibles. Nous nous

---

<sup>1</sup>Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI)

limiterons ici à la modélisation statistique des crues maximales annuelles, une modélisation des dépassements de seuil (Peaks Over Threshold) nous paraissant difficile sur la base des séries de crues historiques disponibles, qui ne comportent qu'un faible nombre de dépassements des seuils de perception.

Par ailleurs, nous avons vu au chapitre précédent qu'une incertitude importante pèse à la fois sur les débits estimés pour les crues historiques, mais également sur ceux de bon nombre de crues des périodes systématiques. Cette imprécision des données utilisées est susceptible d'influer fortement sur les résultats de l'étude statistique des crues. Une attention particulière sera donc portée, tout au long de ce chapitre, à l'influence de l'imprécision des données utilisées, sur les différents résultats obtenus.

En hydrologie, l'objectif de l'étude statistique d'une série de crues maximales annuelles est d'inférer au mieux la distribution parente de cette série. C'est à partir de cette distribution parente qu'il sera possible d'estimer la période de retour d'une crue donnée, ou encore la valeur de la crue centennale. La forme de la distribution parente d'une série de crues n'est jamais connue à priori. Son comportement asymptotique peut être approché de façon analytique en considérant que pour les crues très intenses, l'évolution du volume d'eau écoulé lors des crues est dominé par l'évolution des pluies [Guillot and Duband, 1967, Gaume, 2005]... Mais ce comportement asymptotique n'est pas toujours atteint dans la gamme de périodes de retour intermédiaires qui nous intéresse ici, comprise entre 50 et 200 ans. Dans cette gamme de période de retour, il se peut d'ailleurs que la distribution parente ne suive aucune expression analytique simple [Gaume, 2005]...

Face à cette difficulté, plusieurs approches sont développées par les hydrologues de façon à estimer au mieux, au moins localement, la distribution parente des séries de crues observées. Nous allons aborder dans ce chapitre une famille de méthodes souvent qualifiées de "paramétriques". Ces méthodes consistent à effectuer une hypothèse concernant la distribution parente de l'échantillon, sous forme d'une expression analytique simple, puis à estimer, à partir des crues observées, les paramètres de cette distribution. La qualité du modèle ainsi construit peut ensuite être évaluée en comparant la forme de la distribution parente choisie comme modèle, et les probabilités empiriques des crues observées (qualité de l'ajustement). Par opposition, une autre famille de méthodes, dites "non-paramétriques", évite le choix, toujours délicat, d'une distribution théorique pour représenter la série des crues observées : ces méthodes, parmi lesquelles on peut citer le "bootstrap", consistent à rééchantillonner, c'est à dire à produire de nouvelles observations fictives, à partir de l'échantillon des crues observées. Elles permettent ainsi d'approcher au mieux la forme de la distribution parente, dans la gamme d'intensité des crues observées. Toutefois, ces méthodes ne permettent pas une extrapolation en dehors de la gamme des débits observés, ce qui limite leur intérêt dans le cas des cours d'eau que nous étudions ici : on ne peut pas espérer appliquer ce type de méthodes, pour déterminer le niveau de la crue centennale, à partir d'une série d'observations systématiques d'une trentaine d'années. Ces méthodes n'ont donc pas été

abordées ici, puisqu'elles ne nous auraient pas permis de disposer d'une modélisation de référence, réalisée à partir des données systématiques, et permettant de quantifier par la suite l'apport des données historiques.

Les méthodes paramétriques, en revanche, permettent, lorsque la distribution théorique s'ajuste très bien aux crues observées, d'extrapoler cette distribution vers des périodes de retour supérieures à la durée de la série observée. Ces méthodes permettent donc, à partir des séries d'observations systématiques très courtes, d'estimer le niveau de crues de fortes périodes de retour... Nous verrons dans ce chapitre à quel point cette extrapolation peut s'avérer risquée, puisqu'elle ne peut être confirmée par des observations. Pour l'application des méthodes paramétriques, les données historiques permettent donc d'espérer un gain de précision important, puisqu'elles éviteront d'effectuer cette extrapolation en fournissant des observations en rapport avec la gamme de périodes de retour qui nous intéresse. Le choix d'une distribution théorique adaptée et son ajustement devraient s'avérer grandement facilités. Dans ce chapitre, nous évaluerons, dans le cas des séries étudiées, l'apport des données historiques pour l'ajustement de deux distributions parentes candidates (Gumbel et Fréchet), puis pour le choix, parmi ces deux modèles candidats, de celui qui s'avère le plus adapté.

Une approche Bayésienne sera par ailleurs développée, de façon à estimer le gain de précision, lié à l'utilisation des données historiques, dans l'estimation des paramètres de la distribution de Fréchet. L'intérêt de cette approche est de permettre l'estimation, moyennant l'application de la formule de Bayes, de la distribution statistique des paramètres à caler, compte-tenu des observations. Ces distributions a posteriori des paramètres permettent de calculer l'intervalle de crédibilité associé à la distribution théorique ajustée. La comparaison des intervalles obtenus, permettra notamment d'évaluer l'influence de la nature et de la précision des données historiques utilisées.

En complément des approches paramétriques développées, et devant la sensibilité énorme de ces méthodes lorsqu'elles sont appliquées en extrapolation à partir des séries d'observations courtes (données systématiques), nous avons également souhaité tester une méthode d'extrapolation paraissant plus robuste, car essentiellement basée sur la connaissance des pluies : la méthode du Gradex. Cette méthode a été appliquée à partir des seules séries de données systématiques, et les résultats obtenus ont été confrontés aux données historiques, de façon à vérifier la qualité des extrapolations réalisées.

Enfin, de façon à favoriser le transfert à d'autres cours d'eau (notamment les cours d'eau non jaugeés) des résultats obtenus ici, nous nous sommes attachés, dans ce chapitre, à effectuer une comparaison des distributions statistiques obtenues pour les quatre cours d'eau, et à proposer quelques éléments d'explication possibles aux différences observées. Cet aspect de la variabilité géographique des débits, traité succinctement ici, devra toutefois être repris et développé par la

suite pour espérer pouvoir appliquer des méthodes de régionalisation <sup>2</sup>.

## 4.2 Evaluation des probabilités empiriques associées aux séries de crues reconstituées

### 4.2.1 Introduction

L'étude statistique d'une série de crues maximales annuelles nécessite en premier lieu de pouvoir représenter cette série d'un point de vue statistique, c'est à dire d'associer, à chacune des crues observées, une probabilité de dépassement, qui doit être évaluée compte tenu de l'ensemble des observations effectuées. Les probabilités empiriques associées aux différentes crues, constitueront par la suite une référence permettant d'évaluer la qualité des modèles statistiques développés. Cette évaluation de "l'ajustement" des modèles aux observations se fait généralement sur un graphe représentant le débit de pointe des crues en fonction de leur probabilité de non dépassement  $F$  (ou de leur période de retour  $T$ , sachant que  $T = \frac{1}{1-F}$ ). Un exemple de graphe de ce type est présenté sur la figure 4.1.

L'évaluation des probabilités empiriques, relativement simple dans le cas d'observations systématiques, devient un peu plus délicate dès lors que les chroniques étudiées mélangent une information systématique et une information historique "censurée", c'est à dire limitée aux événements ayant dépassé un certain seuil de perception.

Différentes méthodes ont été proposées pour le calcul des probabilités empiriques associées à des chroniques de crues incluant des informations censurées. Hirsh and Stedinger [1987], Hirsh [1987] réalisent une revue bibliographique de ces méthodes, et insistent sur les incohérences associées aux méthodes trop simplifiées, incohérences qui avaient déjà été mises en évidence par Benson [1950]. Ces incohérences sont liées au calcul séparé des probabilités empiriques, d'une part pour les crues historiques, considérées comme un échantillon censuré par le bas sur la période totale d'observation (soit  $N$  années), et d'autre part pour les crues systématiques, considérées comme un échantillon complet sur  $N_S < N$  années. Naulet [2002] donne un exemple simple d'une incohérence de ce type : En considérant une période historique de durée  $N_H = \frac{N}{2}$  durant laquelle trois crues  $y_j$  ( $y_1 > y_2 > y_3$ ) supérieures au seuil de perception ont été observées, et d'une période systématique de durée  $N_S = \frac{N}{2}$  durant laquelle le seuil de perception n'a pas été atteint par les crues  $x_i$  observées ( $x_1 > .. > x_i > .. > x_{N_S}$ ), on peut considérer que les trois crues historiques  $y_j$ , étant les trois plus fortes sur la période d'observation, ont une probabilité au dépassement de  $p_j = \frac{j}{N}$ ; de la même façon si l'on considère que l'échantillon systématique est un échantillon complet sur  $\frac{N}{2}$  années, les probabilités empiriques de dépassement associées aux crues  $x_i$  sont égales à  $p_i = \frac{2.i}{N}$ ; ainsi la plus forte des crues systématiques  $x_1$  a une probabilité

---

<sup>2</sup>méthodes permettant l'estimation de la distribution statistique de débits de crue d'un cours d'eau, à partir des distributions observées sur des cours d'eau voisins et de caractéristiques similaires

de dépassement de  $\frac{2}{N}$ , plus faible que la probabilité de  $\frac{3}{N}$ , attribuée à la plus faible des crues historiques  $y_3$ . Ceci est incohérent puisque  $y_3 > x_1$ .

Pour remédier à ce problème, Hirsh and Stedinger [1987] proposent une méthode basée sur l'estimation préalable de la probabilité au dépassement  $p_s$  du (ou des) seuil(s) de perception. Le calcul des probabilités empiriques est ensuite effectué en considérant que la probabilité de dépassement est comprise entre 0 et  $p_s$  pour les crues ayant dépassé le seuil de perception (historiques ou non), et inversement, entre  $p_s$  et 1 pour les crues n'ayant pas dépassé ce seuil. C'est ce principe d'estimation préalable des probabilités des seuils qui a été repris ici.

#### 4.2.2 Méthode de calcul retenue

La méthode utilisée est celle proposée par Naulet [2002], qui elle même reprend, moyennant quelques modifications, celle développée par Hirsh and Stedinger [1987].

Les probabilités de dépassement  $p_{s_k}$  des différents seuils de perception définis sur la période historique  $s_1 = 0 < s_2 < \dots < s_k < \dots < s_{m+1} = +\infty$  sont déterminées en calculant dans un premier temps les probabilités conditionnelles  $p_{c_k}$  définies par :

$$p_{c_k} = Pr[s_k < Z < s_{k+1} | Z < s_{k+1}] \quad (4.1)$$

où  $Z$  est la variable aléatoire correspondant aux crues maximales annuelles, sur l'ensemble de la période considérée.

Ces probabilités conditionnelles sont estimées de la façon suivante :

$$\hat{p}_{c_k} = \frac{A_k}{A_k + B_k + C_k} \quad (4.2)$$

où  $\begin{cases} A_k : \text{nombre de crues } z \text{ connues telles que } s_k \leq z < s_{k+1} \\ B_k : \text{nombre de crues } z \text{ connues telles que } z < s_k \\ C_k : \text{nombre total d'années durant lesquelles les seuils } s_1, \dots, s_k \text{ ne sont pas atteints : } C_k = \sum_{i=1}^k N_{s_i} \end{cases}$

on en déduit une estimation des probabilités  $p_{s_k}$  par la formule :

$$\hat{p}_{s_k} = \hat{p}_{s_{k+1}} + \hat{p}_{c_k} \cdot (1 - \hat{p}_{s_{k+1}}) \quad (4.3)$$

puisque

$$p_{s_k} = Pr(Z > s_k) = Pr(Z > s_{k+1}) + Pr[s_k < Z < s_{k+1} | Z < s_{k+1}] \cdot Pr(Z < s_{k+1})$$

Les probabilités  $p_i^k$  de dépassement des  $A_k$  crues  $s_k \leq z_{A_k}^k < \dots < z_i^k < \dots < z_1^k < s_{k+1}$  comprises entre les seuils  $s_k$  et  $s_{k+1}$  sont ensuite calculées en répartissant ces probabilités entre les valeurs  $p_{s_k}$  et  $p_{s_{k+1}}$ , selon la formule :



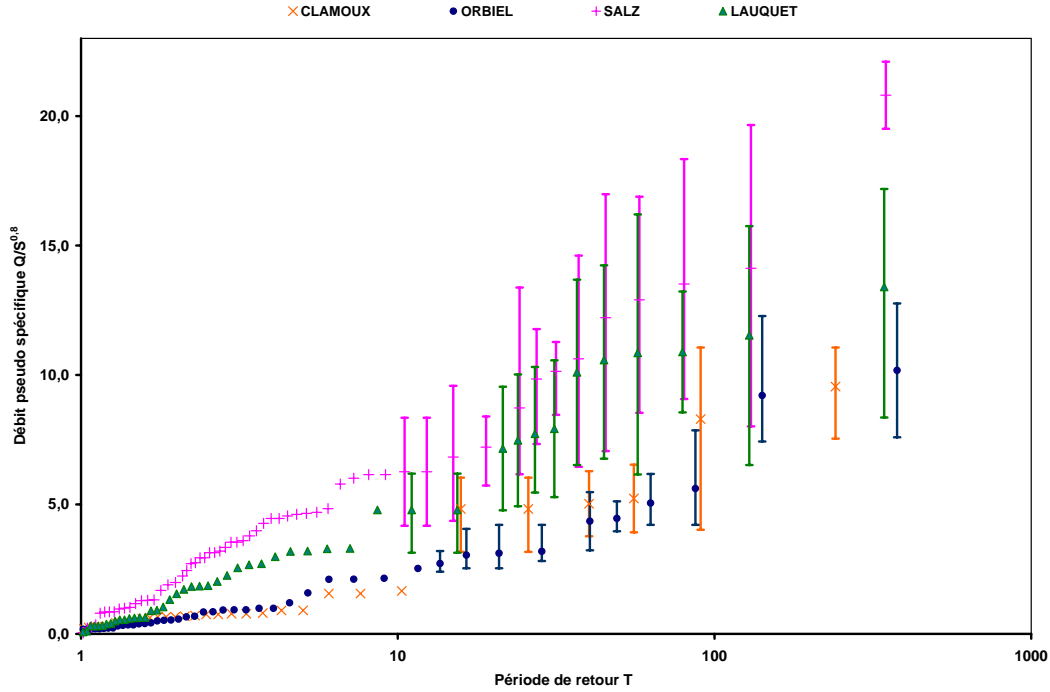


FIG. 4.1 – Graphiques des probabilités empiriques associées aux échantillons de crues reconstituées

$$\hat{p}_i^k = p_{s_{k+1}} + (p_{s_k} - p_{s_{k+1}}) \cdot \frac{i - \alpha}{A_k + 1 - 2\alpha} \quad (4.4)$$

La valeur du coefficient  $\alpha$  est comprise entre 0 et 0,5. Sa valeur optimale dépend de la distribution parente de l'échantillon. La valeur de 0,4 est présentée par Cunnane [1978], comme un bon compromis indépendamment de la distribution parente, dans le cas de l'étude de séries systématiques. C'est cette valeur que nous avons retenue ici.

### 4.2.3 Premiers enseignements tirés des probabilités empiriques

Les graphes de probabilités empiriques obtenus sont représentés sur la figure 4.1. Ils sont tracés en débit pseudo-spécifique de façon à rendre les intensités de crues comparables d'une crue historique à l'autre, mais également d'un bassin versant à l'autre. Les bornes d'estimation de débit ont été représentées pour l'ensemble des crues (historiques et systématiques) dont la période de retour empirique dépasse 10 ans. En abscisse, la probabilité de dépassement est représentée par la période de retour  $T$  correspondante :  $T_i^k = \frac{1}{p_i^k}$ .

Cette figure met en évidence des différences d'intensités de crues parmi les quatre cours d'eau étudiés, à période de retour équivalente. Ces différences sont en particulier très nettes dans une gamme de périodes de retour intermédiaires, comprises entre 10 et 100 ans. De plus, cette hétérogénéité des intensités de crues présente une cohérence spatiale : on distingue d'une part

les cours d'eau des Corbières (La Salz et Le Lauquet), dont les crues sont sensiblement plus importantes, et d'autre part ceux de la Montagne Noire (Orbiel et Clamoux). Les incertitudes, même importantes, sur les valeurs de débits des crues ne suffisent pas à expliquer de telles différences. Au delà d'une période de retour de 100 ans, la tendance observée est moins claire : si la Salz continue à se distinguer par le niveau d'intensité élevé de ses crues, les crues du Lauquet semblent rejoindre un niveau plus en rapport avec celles de l'Orbiel et de la Clamoux. Mais il convient toutefois d'être très prudent avant de tirer des conclusions de cette partie du graphe, l'estimation des probabilités empiriques restant très incertaine pour les une à deux plus fortes crues observées.

Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que des différences significatives d'intensité des crues s'observent déjà pour des périodes de retour faibles (2 à 10 ans). La hiérarchie est la même dans cette partie du graphe que pour les crues plus intenses : La Salz présente les débits les plus forts, viennent ensuite Le Lauquet, puis l'Orbiel et la Clamoux. Dans cette partie du graphe des différences significatives apparaissent également au sein d'un même massif, notamment entre le Lauquet et la Salz.

La tendance observée pour les crues de faible intensité, issues des enregistrements systématiques, est donc confirmée par les crues historiques, dans une gamme de période de retour plus élevée. Enfin le resserrement observé, pour des périodes de retour fortes, entre le Lauquet et les cours d'eau de la Montagne Noire, est, nous l'avons vu, à considérer avec précaution. Il peut s'agir simplement de fluctuation d'échantillonnage, mais il est possible d'imaginer d'autres raisons : par exemple un comportement des bassins avant tout dominé par les pluies pour des événements très forts, qui induirait un rapprochement progressif des différentes tendances observées. Les données reconstituées ne permettent pas, à ce stade, d'apporter une conclusion.

### 4.3 Etude de la stationnarité des séries

L'analyse statistique d'une série de crues observées ne présente une réelle signification, et ne peut être utilisée pour l'évaluation des crues futures, que si le phénomène aléatoire étudié est stationnaire, c'est à dire invariable dans le temps. Or il est connu que le comportement d'un bassin versant peut présenter des évolutions importantes dans le temps, en raison par exemple de changements climatiques, ou d'une modification des caractéristiques physiques de ce bassin.

A la lecture de plusieurs documents d'archives issus des services du Ministère de l'Agriculture (notamment les services RTM <sup>3</sup>), la question de l'évolution des caractéristiques physiques des bassins versants que nous étudions semble se poser tout particulièrement. En effet, ces bassins semblent avoir été, jusqu'à la fin du *XIX<sup>ème</sup>* siècle, occupés en grande partie par des cultures en terrasses (vigne notamment), y compris sur des versants en pente raide. Un témoin nous a d'ailleurs confirmé qu'une surface importante de vignes en terrasses a subsisté jusqu'après

---

<sup>3</sup>Restauration des Terrains en Montagne

la seconde guerre mondiale, sur le bassin de la Salz. D'après quelques rapports de la fin du *XIX<sup>eme</sup>* décrivant les effets des orages sur certains de ces versants, il semble que le transport solide s'y avérait important, le ruissellement occasionnant de nombreuses coulées de boues <sup>4</sup>. A partir de la fin du *XIX<sup>eme</sup>* siècle, les services de l'Agriculture ont par conséquent mené de vastes campagnes de reboisement de ces bassins. Le premier concerné semble être le Réalses, affluent de la Salz. Dès le début du *XX<sup>eme</sup>* siècle, plusieurs rapports mettent en avant l'influence favorable des campagnes de reboisement menées sur les crues de cet affluent<sup>4</sup>. Mais d'autres bassins sont aussi concernés, comme le montre un rapport très complet des services RTM<sup>5</sup>, datant de 1911, qui présente les campagnes de reboisement menées à l'échelle de la région (et notamment dans les quatre bassins que nous étudions), ainsi que les campagnes futures à prévoir. Deux planches photographiques, tirées de ce rapport, qui représentent le résultat du reboisement d'un versant dans le bassin de la Salz, sont présentées sur la figure 4.2. Ce rapport donne le détail des périmètres concernés, qui restent limités : de l'ordre de  $4,5 \text{ km}^2$  au total dans les bassins de la Salz et du Lauquet (pour des surfaces de bassins de  $131$  et  $177 \text{ km}^2$ ), et environ  $0,33 \text{ km}^2$  seulement en ce qui concerne l'Orbiel et la Clamoux. Mais l'aspect actuel des versants, semble indiquer que ces campagnes de reboisement ont été poursuivies après 1911, ou du moins que les cultures ont été abandonnées et ont laissé place à une végétation beaucoup plus dense.

Les modifications, importantes, de la couverture des versants au cours des *XIX<sup>eme</sup>* et *XX<sup>eme</sup>* siècles, pourraient par conséquent être à l'origine d'une non stationnarité du régime des crues sur les bassins que nous étudions.

Un test de stationnarité a été entrepris de façon à vérifier cette hypothèse. Ce test, proposé par Lang et al. [1999], suppose que l'occurrence des dépassements d'un seuil d'intensité donné correspond à un processus Poissonien. Il s'applique donc en théorie à des séries sup-seuil et non à des séries de maxima annuels. Toutefois, dès lors que l'on considère des seuils élevés, la probabilité d'observer plusieurs dépassements durant une année peut être considérée comme négligeable, et dans ce cas la série des maxima annuels s'avèrera similaire à une série sup-seuil. Le choix du processus Poissonien pour représenter l'occurrence des dépassements de seuil repose sur quatre hypothèses [Lang et al., 1997] :

- les événements sont homogènes dans le temps,
- la probabilité d'observer un événement pendant une courte durée  $dt$  est très faible, du même ordre que  $dt$ ,
- la probabilité d'observer plus d'un événement pendant une courte durée  $dt$  est infime, négligeable devant  $dt$ ,
- les événements sont indépendants les uns des autres.

Dés lors, si l'on considère la variable  $M_t$  correspondant au nombre de dépassements du seuil sur un intervalle de temps  $[0,t]$ , la loi de probabilité de  $M_t$  peut s'écrire :

---

<sup>4</sup>références documentaires n°146 et 148 : Archives Départementales de l'Aude, cote 13M770

<sup>5</sup>référence documentaire n°191 : Fonds Maurice Pardé, cote 2633



50. Périmètre de l'Aude inférieure (Aude). Série de Rennes-les-Bains.  
Le pic de Mont haut en 1886.



51. Périmètre de l'Aude inférieure (Aude). Série de Rennes-les-Bains.  
Même vue que la précédente, après reboisement en pin noir.

FIG. 4.2 – Planches photographiques tirées d'un rapport des services RTM, daté de 1911 (Fonds Maurice Pardé, cote 2633), et présentant le résultat du reboisement d'un versant dans le bassin de la Salz

$$w_n(t) = P(M_t = n) = \frac{(\mu.t)^n}{n!} . e^{(-\mu.t)} \quad (4.5)$$

ou  $\mu$  représente le nombre de dépassements moyen par unité de temps ( $E(M_t) = \mu.t$ )

Si l'on considère désormais une période  $[0, T]$  sur laquelle  $N_T$  dépassements se sont produits, la probabilité conditionnelle  $w_n^*(t)$  pour que  $k$  dépassements se soient produits dans l'intervalle de temps  $[0, t]$  ( $0 < t < T$ ) peut s'écrire :

$$w_n^*(t) = P(M_t = n | M_T = N_T) = \frac{w_n(t) . w_{N_T-n}(T-t)}{w_{N_T}(T)} = C_{N_T}^n . \left(\frac{t}{T}\right)^n . \left(1 - \frac{t}{T}\right)^{N_T-n} \quad (4.6)$$

En découpant l'intervalle  $[0, T]$  en  $N_T$  intervalles  $[0, t_j]$  tels que  $t_j = \frac{j}{N_T} . T$ , l'intervalle de confiance  $[m_{t_j}^{inf}, m_{t_j}^{sup}]$  à 90% sur  $M_{t_j}$ , tel que  $P(m_{t_j}^{inf} < M_{t_j} < m_{t_j}^{sup}) = 0.90$ , peut être calculé de la façon suivante :

$$\sum_{n=0}^{m_{t_j}^{inf}} w_n^*(t_j) = \sum_{n=0}^{m_{t_j}^{inf}} C_{N_T}^n . \left(\frac{j}{N_T}\right)^n . \left(1 - \frac{j}{N_T}\right)^{N_T-n} = 0.05 \quad (4.7)$$

$$\sum_{n=0}^{m_{t_j}^{sup}} w_n^*(t_j) = \sum_{n=0}^{m_{t_j}^{sup}} C_{N_T}^n . \left(\frac{j}{N_T}\right)^n . \left(1 - \frac{j}{N_T}\right)^{N_T-n} = 0.95 \quad (4.8)$$

En pratique les sommes de valeurs discrètes énoncées ci-dessus sont rarement égales à 0.05 et 0.95, et les valeurs de  $m_{t_j}^{inf}$  et  $m_{t_j}^{sup}$  sont donc obtenues par interpolation linéaire entre les valeurs pour lesquelles les sommes calculées encadrent les seuils de 0.05 et 0.95.

Lorsque la valeur observée de  $M_t$  sort de l'intervalle de confiance ainsi défini, l'hypothèse de stationnarité de la série peut être rejetée, avec un risque d'erreur inférieur à 5%.

Pour les quatre cours d'eau que nous étudions, les intervalles de confiance ainsi définis ont été calculés en choisissant comme seuil de dépassement le plus fort des seuils de perception définis au cours la période historique, ce qui permet de garantir l'exhaustivité du recensement des dépassements, sur l'ensemble de la période étudiée. Les intervalles obtenus sont présentés sur les figures 4.3 à 4.6 et comparés dans chaque cas à l'évolution observée de  $M_t$ .

Ces figures montrent que l'évolution observée ne sort jamais de façon significative des intervalles de confiance définis. La stationnarité des séries étudiées ne peut donc être clairement rejetée à partir de ce test. Mais il convient toutefois de remarquer que ces résultats ne constituent en aucun cas une preuve de la stationnarité des séries étudiées. Ils signifient simplement que la non-stationnarité de ces séries ne peut être mise en évidence avec quasi-certitude (ou du moins avec un risque d'erreur inférieur à 5%).

Ces résultats sont tout à fait en accord avec ceux obtenus par Andreassian [2002], qui, à partir de l'étude de 14 bassins versants du secteur Cévennes-Montagne Noire, sur 20 à 30 ans au cours de

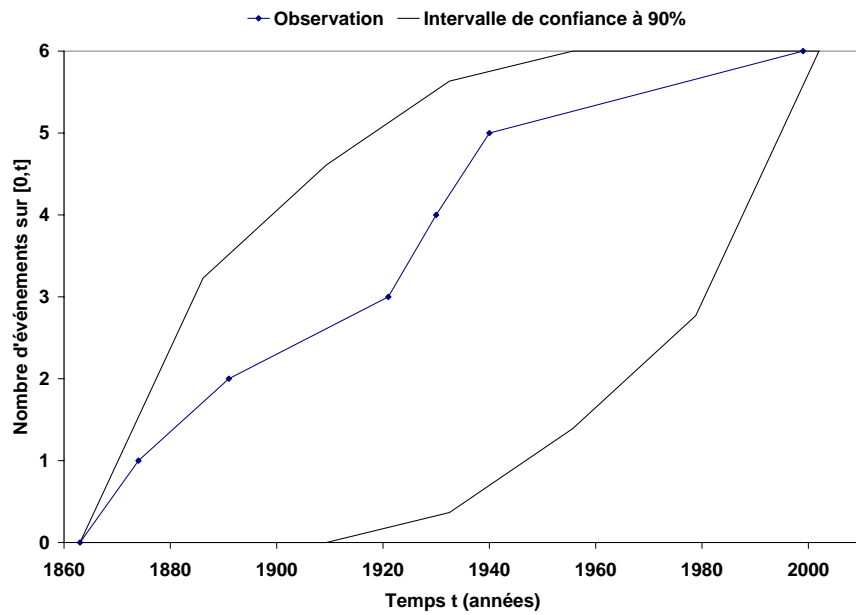


FIG. 4.3 – Test de stationnarité de la série des crues de la Clamoux, pour les crues supérieures au seuil de débit pseudo spécifique de 3.5, sur la période 1863-2002

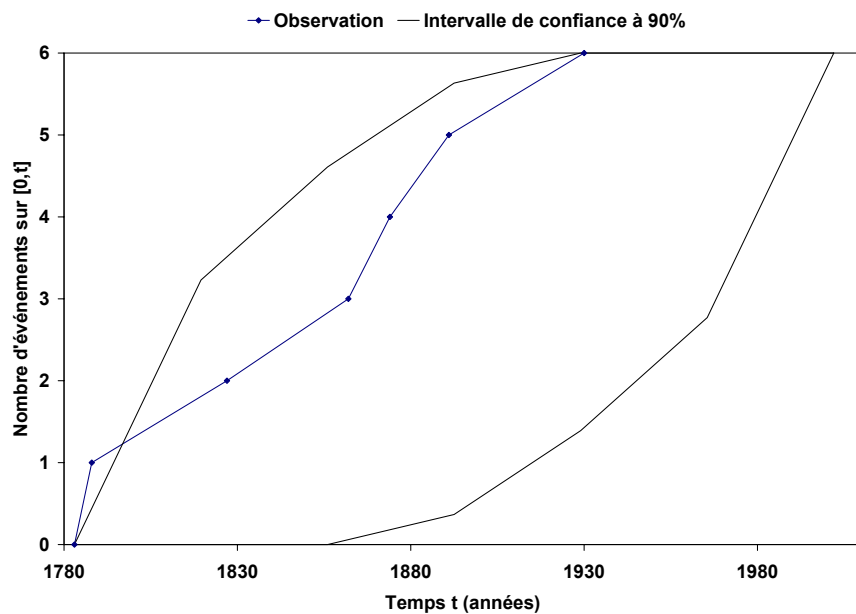


FIG. 4.4 – Test de stationnarité de la série des crues de l'Orbiel, pour les crues supérieures au seuil de débit pseudo spécifique de 3.5, sur la période 1784-2002

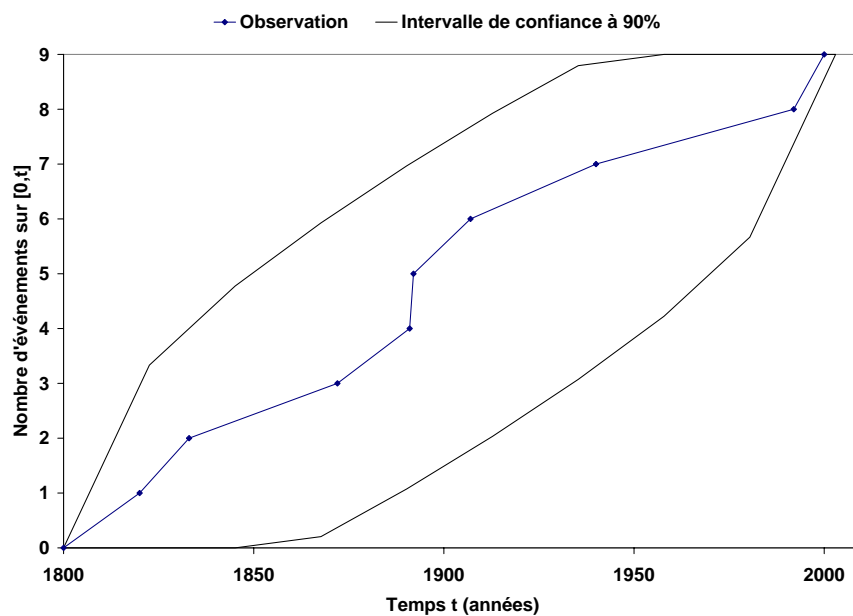


FIG. 4.5 – Test de stationnarité de la série des crues de la Salz, pour les crues supérieures au seuil de débit pseudo spécifique de 8.0, sur la période 1801-2002

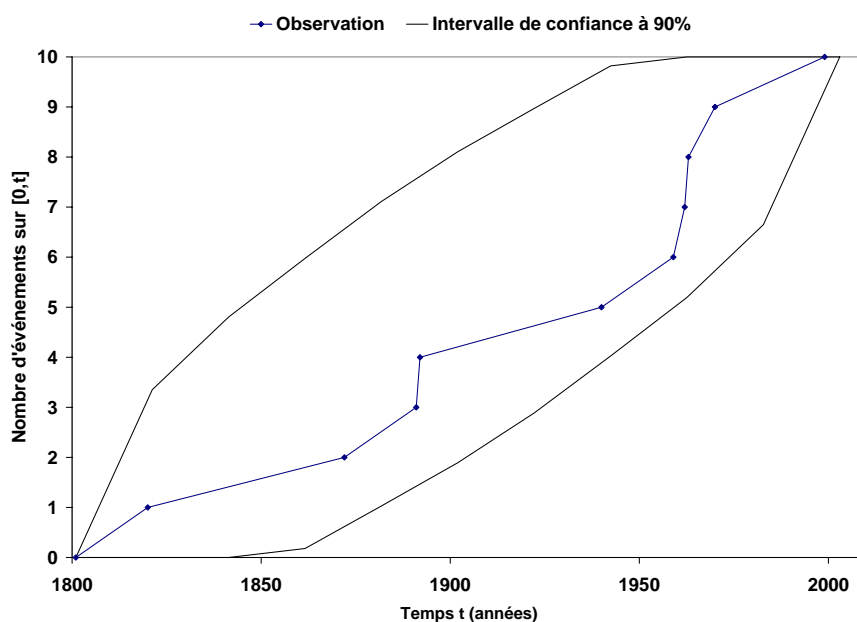


FIG. 4.6 – Test de stationnarité de la série des crues du Lauquet, pour les crues supérieures au seuil de débit pseudo spécifique de 6.0, sur la période 1801-2002

la période 1960-1996, identifie une tendance à l'augmentation du couvert forestier, mais aucune évolution nette de l'écoulement en crue.

La question de la stationnarité des séries que nous étudions reste donc en suspens. Si les modifications intervenues dans la couverture des bassins peuvent laisser penser à une non stationnarité du processus étudié, cette non stationnarité est difficile à mettre en évidence. D'autre part, les seuils de perception considérés s'avérant particulièrement importants, les crues concernées par le test de stationnarité correspondent à des événements pluvieux très intenses, pour lesquels la couverture végétale des bassins pourrait n'avoir qu'un rôle marginal [Cosandey, 1990, Cosandey and Robinson, 2000]. La non-stationnarité du processus étudié, si elle existe, pourrait donc ne concerner que les crues d'intensité plus faible.

Par la suite nous admettrons la stationnarité des séries étudiées, aucun des éléments dont nous disposons ne nous permettant de remettre clairement en cause cette hypothèse.

## 4.4 Confrontation de distributions statistiques aux séries reconstituées

### 4.4.1 Choix des distributions statistiques étudiées : Gumbel et Fréchet

Nous allons entrer ici dans le champ des méthodes paramétriques, que nous avons déjà évoquées en introduction de ce chapitre. Ces méthodes consistent à représenter, au moins localement, le comportement de la distribution parente de la série de crues observées, à partir d'une distribution candidate connue, dont les paramètres doivent être estimés.

L'application de ces méthodes nécessite par conséquent d'effectuer le choix de la ou des distributions candidates pour représenter la série, parmi de nombreuses distributions statistiques possibles. Parmi les distributions les plus utilisées, on peut citer par exemple [Fortin et al., 1997] : la loi Generalised Extreme Value (ou GEV, 3 paramètres), qui regroupe, sous une forme généralisée, les lois de Weibull (ou EVIII, 3 paramètres), Gumbel (ou EVI, 2 paramètres), et Fréchet (ou EVII, 3 paramètres) ; les lois de Pearson type III (ou P3, 3 paramètres), et log-Pearson type III (ou LP3, 3 paramètres) ; les lois Normale (2 paramètres) et log-Normale (ou LN, 3 paramètres). L'utilisation de l'une ou l'autre de ces distributions est parfois recommandée dans certains pays [Fortin et al., 1997], comme la loi LP3 aux Etats Unis et en Australie, ou la loi GEV en Grande Bretagne ; parfois, au contraire, comme au Canada, un choix au cas par cas est plutôt recommandé.

Le travail que nous menons ici ne consiste pas à rechercher, parmi le grand nombre de distributions envisageables, celles qui représentent au mieux les séries de données étudiées. Notre objectif est en revanche d'évaluer si les données historiques permettent de guider cette recherche de la distribution la plus adaptée. Nous avons par conséquent centré notre travail sur l'étude de



deux distributions particulières, et évalué la façon dont les données historiques pouvaient modifier l’ajustement de ces distributions, et également aider à effectuer un choix entre ces deux distributions.

Dans cette optique, il nous a paru essentiel d’étudier des distributions présentant un nombre de paramètres différent, et présentant de ce fait une capacité plus ou moins grande à s’adapter aux données observées. Cohn and Stedinger [1987] remarquent en effet, à partir de simulations, que l’amélioration de l’ajustement d’une distribution, consécutive à l’utilisation de données historiques, s’accroît avec le nombre de paramètres à estimer. Ils concluent que lors de l’ajustement d’une distribution à un paramètre, la valorisation de données historiques perd une grande part de son intérêt, la plupart de l’information nécessaire étant souvent contenue dans les crues courantes. En revanche, lors de l’ajustement d’une distribution à trois paramètres, les crues de forte magnitude et de forte période de retour (soit souvent les crues historiques), représentent la plus grande partie de l’information valorisée dans l’échantillon.

Par conséquent, pour le travail mené ici nous avons choisi de retenir une loi à deux paramètres - la loi de Gumbel ou Extreme Value I - et une loi à trois paramètres - la loi de Fréchet ou Extreme Value II.

La loi de Gumbel est souvent utilisée dans la représentation des maxima annuels de pluie. Il peut être démontré qu’asymptotiquement, la pente de la distribution des débits maxima annuels de crue converge vers la pente de la distribution de Gumbel représentant les maxima annuels de pluie, sur le temps de concentration du bassin considéré [Gaume, 2002]. Il s’agit du principe de base de la méthode du Gradex notamment [Guillot and Duband, 1967]. Toutefois, la loi de Gumbel peut également être utilisée pour décrire les débits de pointe des crues plus courantes. Plusieurs travaux tendent d’ailleurs à montrer que lorsqu’aucune possibilité de choix entre distributions n’existe, l’utilisation par défaut de la loi de Gumbel est souvent préférable à l’utilisation de toute autre distribution [Fortin et al., 1997].

L’expression de la fonction de répartition de la distribution de Gumbel est la suivante :

$$F(z) = e^{-e^{-\frac{z-\alpha}{\beta}}} \quad (4.9)$$

où  $Z$  est la variable aléatoire à modéliser et  $\alpha$  et  $\beta$  sont les paramètres de la distribution

La particularité de cette distribution est l’évolution linéaire de  $-\ln(-\ln(F))$  en fonction du débit. Cette distribution est par conséquent souvent représentée sur du “papier de Gumbel”, représentant  $-\ln(-\ln(F))$  en fonction du débit de pointe. Le mode de représentation que nous avons adopté par la suite est quelque peu différent (débit de pointe en fonction de  $\log(T)$ ,  $T$  étant la période de retour), mais il préserve toutefois, asymptotiquement, cette forme linéaire de la distribution de Gumbel.

Par rapport à la loi de Gumbel, la distribution de Fréchet (ou EVII) introduit un troisième paramètre, dit paramètre de forme, qui génère une forme convexe plus ou moins accentuée de la distribution, représentée sur papier de Gumbel. L'expression de la fonction de répartition est la suivante :

$$F(z) = e^{-(1 - \frac{k \cdot (z - \alpha)}{\beta})^{\frac{1}{k}}} \quad (4.10)$$

où  $Z$  est la variable aléatoire à modéliser et  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $k$  ( $k < 0$ ) sont les paramètres de la distribution.

L'expression 4.10 correspond en réalité à la formulation généralisée (GEV : Generalised Extreme Value) introduite par Jenkinson [1955]. On peut d'ailleurs remarquer que lorsque  $k$  tend vers 0, la distribution se rapproche de celle de Gumbel (ou EVI) de paramètres  $\alpha$  et  $\beta$ . De même, lorsque  $k > 0$ , cette expression correspond à la distribution de Weibull (ou EVIII).

## 4.4.2 Ajustement des distributions

### 4.4.2.1 Choix d'une méthode d'estimation : le maximum de vraisemblance

L'utilisation de données historiques pour l'estimation des paramètres d'une distribution candidate, pose le problème de la nature particulière de ces données. Les données historiques sont en effet incomplètes (ou censurées) : elles concernent les seuls événements ayant dépassé le(s) seuil(s) de perception, sans que le débit des crues soit systématiquement connu. De plus, les seuils de perception peuvent s'avérer variables dans le temps. Ceci implique une adaptation des méthodes d'estimation classiquement utilisées pour l'étude de séries d'enregistrements systématiques, telles que la méthode des moments, ou la méthode du maximum de vraisemblance.

Frances et al. [1994] puis Naulet [2002] résument la nature particulière des données historiques, par le graphique présenté sur la figure 4.7, distinguant trois cas de figure :

- seule les occurrences de dépassement du seuil de perception sont connues
- le débit des crues ayant dépassé le seuil de perception a pu être reconstitué
- le débit des  $k$  plus fortes crues a pu être reconstitué, le seuil de perception étant alors fixé au niveau de la plus faible d'entre elles.

En pratique la situation rencontrée peut souvent être constituée d'une combinaison de ces trois cas de figure, sur différentes parties de la période historique considérée. Comme le remarque Naulet [2002], les échantillons historiques censurés sont finalement constitués, dans le cas le plus général :

- de crues  $y_i$  dont le débit de pointe est connu.
- de crues dont le débit n'est pas connu, et qui peuvent être soit supérieures à un seuil  $y_i^{inf}$ , soit inférieures à un seuil  $y_i^{sup}$ , soit comprises dans un intervalle  $[y_i^{inf}, y_i^{sup}]$ .

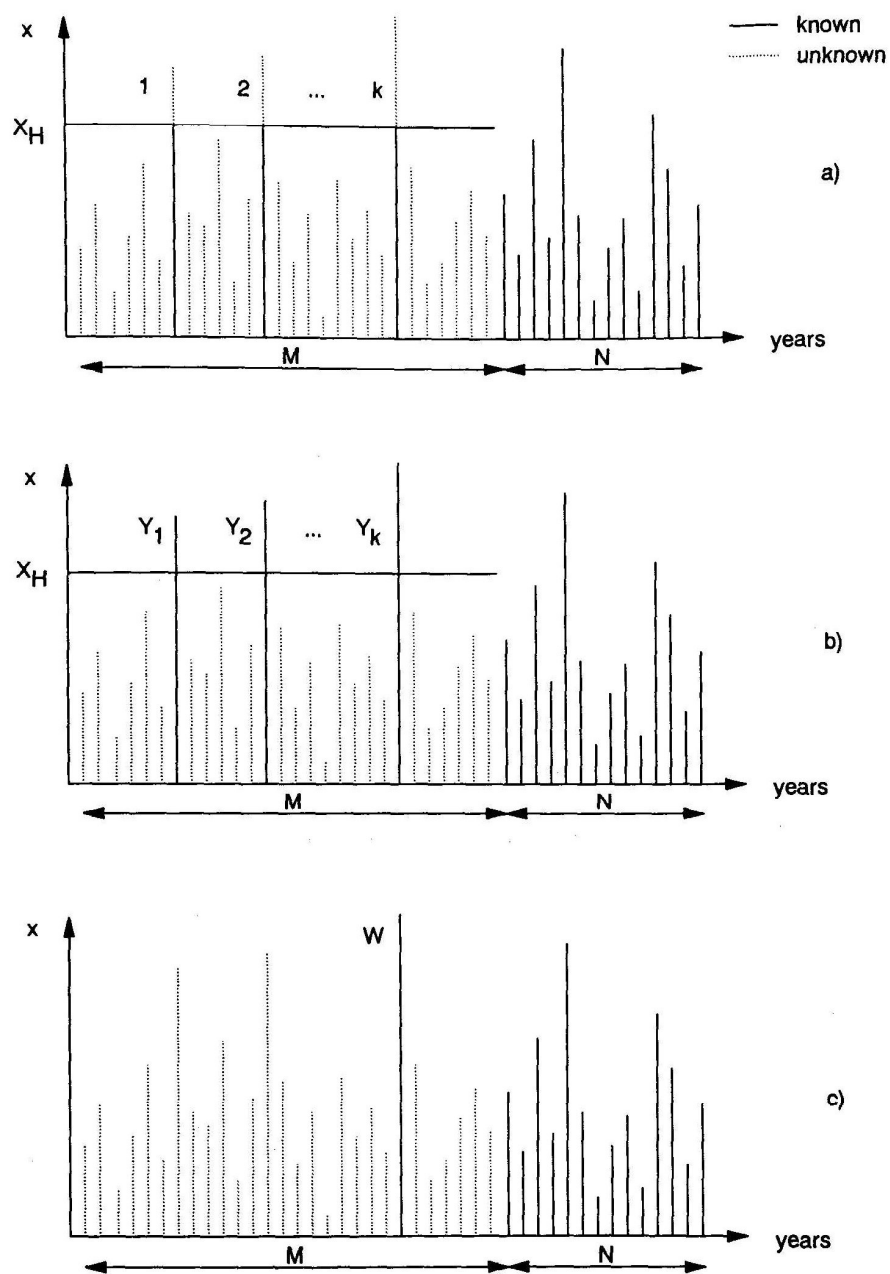


FIG. 4.7 – Différents types de données historiques censurées concernant les crues, pouvant être rencontrées (tiré de Frances et al. [1994])

D'assez nombreuses références existent au sujet de l'utilisation de ces données censurées pour l'ajustement de distributions statistiques. Ouarda et al. [1998], puis Naulet [2002] font une revue bibliographique complète de ces méthodes. On peut remarquer que les différentes techniques développées s'adaptent plus ou moins facilement au contexte rencontré, certaines d'entre elles nécessitant un type bien précis d'information historique pour pouvoir être appliquées.

Dans le cas de l'exploitation d'échantillons constitués de crues maximales annuelles, les méthodes dérivées de la méthode des moments, telles que la méthode des "Historically Weighted Moments", présentée par le bulletin 17 de l'United States Water Resources Council [Uni, 1976], ou encore la méthode des "Partial Probability Weighted Moments", proposée par Wang [1990a,b], apparaissent d'une façon générale assez limitantes car nécessitant un seuil de perception unique au cours du temps, ainsi que la connaissance du débit pour les crues historiques ayant franchi ce seuil. Seul l'algorithme des moments espérés ("Expected Moments Algorithm"), proposé par Cohn et al. [1997], toujours dérivé de la méthode des moments, permet la prise en compte de n'importe quel type d'information censurée.

Par comparaison, la méthode du maximum de vraisemblance [Leese, 1973, Condie and Lee, 1982, Stedinger and Cohn, 1986, Cohn, 1986, Naulet, 2002], semble s'adapter beaucoup plus facilement à l'utilisation de données censurées : quel que soit le type de données (valeurs de débit, intervalles, dépassements ou non dépassements de seuils, etc.), pouvant s'avérer variables au cours du temps, celles-ci s'intègrent en effet assez naturellement dans la fonction de vraisemblance, comme nous allons le voir ci-après. Cette méthode nous a par conséquent semblé la plus intéressante à mettre en oeuvre. Seule la méthode des moments espérés présente une flexibilité équivalente en termes de données utilisables, mais cette méthode, itérative, et nécessitant l'intégration de la fonction densité de probabilité à chaque itération, reste plus lourde à mettre en oeuvre. Son utilisation ne se justifie que dans les rares cas où l'application de la méthode du maximum de vraisemblance pose des difficultés, par exemple pour l'ajustement de la distribution Log-Pearson III [Reis and Stedinger, 2005]. Mais en dehors de ces quelques cas particuliers, plusieurs travaux [Stedinger and Cohn, 1986, Cohn and Stedinger, 1987] ont mis en évidence l'efficacité du maximum de vraisemblance pour l'ajustement de distributions statistiques à partir de données censurées.

Nous allons maintenant détailler les différentes variantes de la méthode du maximum de vraisemblance, qui ont été utilisées pour l'étude des cours d'eau Audois. La plupart d'entre elles sont directement issues des travaux antérieurs. Auparavant, il peut être utile de rappeler que la méthode du maximum de vraisemblance consiste à calculer, à partir de la distribution dont les paramètres doivent être estimés, la vraisemblance de l'échantillon observé, puis à choisir le jeu de paramètres qui maximise cette vraisemblance. Les variantes de la méthode diffèrent donc simplement par le mode de calcul de la vraisemblance adopté, qui est lui-même directement lié à la nature des données à valoriser.

#### 4.4.2.2 Expressions de vraisemblance utilisées

Si l'on considère le cas le plus simple, dans lequel l'échantillon observé est constitué d'une chronique de  $N_s$  années de mesures systématiques de débits  $x = (x_1, \dots, x_{N_s})$ , et d'une chronique de  $h$  crues historiques dont les débits connus  $y = (y_1, \dots, y_h)$  ont dépassé un seuil de perception  $Y_P$  sur une période historique de durée  $N_H$ , la fonction de vraisemblance prend la forme suivante :

– Vraisemblance n°1

$$L(X, Y, Y_P, N_H) = F(Y_P)^{N_H-h} \cdot \prod_{i=1}^h f(y_i) \cdot \prod_{j=1}^{N_s} f(x_j) \quad (4.11)$$

où  $f$  est la fonction densité de probabilité de la distribution à ajuster et  $F$  sa fonction de répartition

Cette fonction correspond à des données historiques supposées “parfaites” : toutes les crues ayant dépassé le seuil de perception sont connues et leur débit peut être évalué précisément. Ce mode de calcul de la vraisemblance est notamment utilisé par Leese [1973], puis par Cohn [1986], Cohn and Stedinger [1987] et Stedinger and Cohn [1986]. D'après ces deux derniers articles, les estimations de quantiles, pour des périodes de retour importantes, obtenues avec cette expression de la vraisemblance, sont nettement plus précises qu'avec la méthode des moments historiquement pondérés (Historically Weighted Moments). Mais comme nous l'avons vu, dans la pratique les données historiques se présentent rarement sous une forme aussi simple. L'expression de la vraisemblance doit alors être adaptée, en particulier lorsque les débits  $y_i$  des crues historiques ayant dépassé le seuil de perception ne sont pas ou mal connus. Ceci est le cas pour les cours d'eau de l'Aude que nous étudions, les débits des crues historiques étant estimés sous forme d'intervalles.

En partant de l'expression précédente, on peut par conséquent définir plusieurs variantes de la méthode, qui sont applicables dans le cas d'une information historique “dégradée” :

– Vraisemblance n°2 :

Cette variante suppose que l'échantillon historique est de type binomial, c'est à dire que seules les dates de dépassement du seuil de perception sont connues, sans qu'il soit possible de déterminer les débits correspondants. Le calcul de la vraisemblance est alors uniquement réalisé à partir de la fonction de répartition, selon la formule suivante :

$$L(X, Y, Y_P, N_H) = F(Y_P)^{N_H-h} \cdot (1 - F(Y_P))^h \cdot \prod_{i=1}^{N_s} f(x_i) \quad (4.12)$$

Cette expression est également utilisée par Cohn [1986], Cohn and Stedinger [1987] et Stedinger and Cohn [1986]. Elle s'avère moins précise que la précédente pour l'estimation de quantiles de crues, mais permet malgré tout une amélioration par rapport à la simple uti-

lisation d'échantillons systématiques. Cette variante présente de plus l'avantage de ne pas nécessiter d'estimation précise des débits de pointe puisqu'elle ne valorise que le nombre de dépassements du seuil de perception.

– Vraisemblance n°3 :

Cette variante suppose que seuls les débits  $y_1 > y_2 > \dots > y_h$  des  $h$  plus fortes crues historiques sont connus, le seuil de perception étant égal au débit de la plus faible de ces crues ( $Y_P = y_h$ ). Cette approche est celle adoptée par Hosking and Wallis [1986a,b], avec  $h=1$  (une seule crue connue). L'expression de la vraisemblance devient alors :

$$L(X, Y, Y_P, N_H) = F(y_h)^{N_H - h} \cdot \prod_{i=1}^h f(y_i) \cdot \prod_{j=1}^{N_s} f(x_j) \quad (4.13)$$

Cette expression a été reprise ici, toujours avec  $h=1$ , ce qui signifie que l'on ne valorise que l'information concernant la plus forte crue connue. Mais cette expression suppose une nouvelle fois que le débit de la crue historique utilisée est connu avec précision, ce qui n'est pas véritablement le cas dans les séries historiques qui ont été reconstituées sur les cours d'eau Audois.

– Vraisemblance n°4 :

Cette variante est celle qui correspond le mieux à la nature des données historiques dont nous disposons. Elle peut être considérée comme intermédiaire entre les fonctions de vraisemblance n°1 (equation (4.11)) et n°2 (équation (4.12)). Le calcul de la vraisemblance est effectué ici en tenant compte uniquement des bornes inférieures  $y_i^{inf}$  et supérieures  $y_i^{sup}$  d'estimation du débit de chaque crue historique  $y_i$ , bornes qui sont considérées comme des seuils atteints ou non par la crue. L'expression de la vraisemblance devient alors :

$$L(X, Y, Y_P, Y^{inf}, Y^{sup}, N_H) = F(Y_P)^{N_H - h} \cdot \prod_{i=1}^h (F(y_i^{sup}) - F(y_i^{inf})) \cdot \prod_{j=1}^{N_s} f(x_j) \quad (4.14)$$

Cette expression a déjà été utilisée par Sutcliffe [1987], qui considérait le cas de crues censurées dans un intervalle. Le fait de définir cet intervalle à partir des bornes supérieures et inférieures d'estimation de débit revient à tenir compte, dans la fonction de vraisemblance, de l'incertitude inhérente à ces estimations. A ce sujet, les références bibliographiques restent relativement rares. Kuczera [1992, 1996] a développé des expressions de vraisemblance tenant compte de la distribution statistique des erreurs d'évaluation des débits. Il montre notamment que des erreurs directement corrélées au débit peuvent avoir une répercussion importante sur les résultats de l'ajustement, et qu'il est alors important de tenir compte de ces erreurs dans la fonction de vraisemblance. Toutefois, l'approche qu'il développe nécessite de pouvoir caractériser la distribution statistique des erreurs (qu'elles soient corrélées au débit ou non). O'Connel et al. [2002], confrontés à ce problème, proposent des densités de probabilité des erreurs d'estimation des débits de forme triangulaire, le sommet du tri-

angle correspondant au débit le plus probable, et les bornes de l'intervalle d'estimation du débit ayant des densités de probabilité relatives de 0.05 à 0.8 par rapport à cette densité maximale. Mais dans les cas que nous étudions, il nous paraît difficile d'évaluer la distribution des erreurs d'estimation des débits des crues historiques reconstituées. A défaut, l'expression de vraisemblance retenue suppose que l'ensemble des débits sont équiprobables au sein de l'intervalle défini. Cette expression est plus pénalisante en termes de perte d'information, mais correspondant plus à la réalité de la connaissance des crues historiques que nous possédons.

Nous avons finalement défini ci-dessus quatre variantes de la méthode du maximum de vraisemblance, permettant de représenter des données historiques plus ou moins complètes. Indépendamment de la nature réelle des données que nous possédons dans nos cas d'étude, ces différentes expressions vont constituer par la suite un moyen de "simuler" différents niveaux de qualité de l'information historique (absence d'estimations de débits avec l'expression (4.12), diminution du nombre de crues historiques connues avec l'expression (4.13), incertitude sur l'estimation des débits dans l'expression (4.14)), et d'analyser l'impact de cette dégradation sur les résultats, par rapport à une situation correspondant à des données "parfaites" (expression (4.11)). Rappelons que l'expression (4.14) de la vraisemblance est celle qui correspond le mieux à la nature de l'information que nous avons pu reconstituer sur les cours d'eau Audois.

A ces quatre fonctions de vraisemblance, valorisant les données historiques, on peut ajouter une cinquième fonction, qui correspond au cas où seule l'information systématique est utilisée. Dans ce cas l'expression de la vraisemblance devient :

– Vraisemblance n°5 :

$$L(X, Y, Y_P, N_H) = \prod_{i=1}^{N_s} f(x_i) \quad (4.15)$$

Enfin, on peut remarquer que les quatre fonctions de vraisemblance intégrant l'information historique, définies précédemment, ne concernent que les cas où la nature des données historiques est homogène sur l'ensemble de la période considérée. Nous l'avons vu, le cas le plus général correspond en réalité à une combinaison de ces situations, avec des seuils de perception variables au cours de la période historique. Mais même dans ce cas il est possible d'adapter facilement la fonction de vraisemblance à l'échantillon de données observé. En effet, la forme de la fonction de vraisemblance fait que chaque crue peut y être représentée selon des conditions spécifiques, en reprenant généralement l'une des expressions présentées ci dessus. Ainsi, Naulet [2002], propose une expression généralisée de la fonction de vraisemblance. Il suffit pour aboutir à cette expression de remarquer que l'ensemble des  $N_H$  crues maximales annuelles de la période historique se répartissent en quatre catégories :

- les  $N_H^\bullet$  crues pour lesquelles le débit est connu
- les  $N_H^{<>}$  crues pour lesquelles le débit est compris dans un intervalle  $[y_i^{inf}, y_i^{sup}]$
- les  $N_H^>$  crues supérieures à un seuil  $y_i^{inf}$
- les  $N_H^<$  crues inférieures à un seuil  $y_i^{sup}$  (valeur qui correspond en général au seuil de perception, lorsque aucune information n'est disponible sur la crue)

L'expression générale de la fonction de vraisemblance peut alors s'écrire :

$$L(X, Y, Y^{inf}, Y^{sup}, N_H^\bullet, N_H^{<>}, N_H^>, N_H^<) = \prod_{i=1}^{N_H^\bullet} f(y_i) \cdot \prod_{i=1}^{N_H^{<>}} (F(y_i^{sup}) - F(y_i^{inf})) \cdot \prod_{i=1}^{N_H^>} (1 - F(y_i^{inf})) \cdot \prod_{i=1}^{N_H^<} F(y_i^{sup}) \cdot \prod_{j=1}^s f(x_j) \quad (4.16)$$

Par ailleurs, les crues systématiques, si elles comportent des informations censurées, peuvent éventuellement être représentées en utilisant cette expression.

Dans le cas des quatre cours d'eau Audois que nous étudions, les données historiques reconstituées sont cependant suffisamment homogènes pour pouvoir utiliser l'une des quatre expressions (4.11) à (4.12) (éventuellement adaptées en cas de présence de plusieurs seuils de perception distincts).

#### 4.4.2.3 Quelques réflexions concernant la signification de la vraisemblance

La méthode du maximum de vraisemblance est souvent présentée, à tort, comme consistant à trouver le jeu de paramètres qui maximise la "probabilité" d'observer l'échantillon observé. Ce qualificatif sous-entend en effet que les fonctions de vraisemblance utilisées représentent la probabilité d'un événement ou d'une classe d'événements.

Or on peut remarquer, parmi les expressions exposées au paragraphe précédent, qu'aucune d'entre elles ne correspond réellement à une probabilité. En effet, dans ces expressions, les crues observées sous forme d'une valeur discrète de débit (soit les crues de la période systématique, ainsi que les crues historiques dans le cas de l'expression (4.11)) sont systématiquement représentées par la fonction densité de probabilité. Il existe une raison simple à cela : la variable aléatoire  $Z$ , représentant le débit maximal annuel des crues, étant une variable continue, la probabilité d'observer une valeur discrète  $z$  donnée n'est pas définie. Seule la probabilité d'observer une classe d'événements, par exemple la probabilité d'observer un débit compris entre  $z-dz$  et  $z+dz$ , peut être définie par l'expression suivante :

$$Pr(z - dz < Z < z + dz) = F(z + dz) - F(z - dz) = \int_{z-dz}^{z+dz} f(x) dx \quad (4.17)$$

La densité de probabilité  $f$  ne représente donc une probabilité qu'à condition d'être intégrée sur une plage, même petite, de valeurs de  $Z$ . Par conséquent, les fonctions de vraisemblance, présentées au paragraphe précédent, ne représentent pas la "probabilité d'observer exactement



l'échantillon", probabilité qui d'ailleurs n'existe pas. En revanche, il est envisageable de définir des expressions de vraisemblance correspondant réellement à une probabilité, en remplaçant systématiquement la fonction densité de probabilité par une expression du type de (4.17). Dans ce cas la fonction de vraisemblance représentera la probabilité d'une classe d'échantillons, de caractéristiques similaires à celui observé. A notre connaissance aucun des travaux antérieurs n'a eu recours à des expressions de ce type, le recours direct à la densité de probabilité facilitant d'ailleurs souvent le calcul de la vraisemblance (absence d'intégration dans le calcul).

Pourtant, dans les cas que nous étudions, le fait d'utiliser la densité de probabilité dans les fonctions de vraisemblance, outre le fait que les expressions obtenues ne correspondent plus réellement à des probabilités, amène quelques interrogations. Tout d'abord, ceci influence la part représentée par les données systématiques, par rapport aux données historiques, dans la valeur totale de la vraisemblance. Mais surtout, ce poids relatif des données historiques et systématiques devient dépendant de la méthode retenue pour la "normalisation" du débit des crues. En effet, en admettant que la variable aléatoire  $Z$  corresponde au débit des crues maximales annuelles, en un point particulier du cours d'eau où la surface drainée est  $S$ , le fait de considérer par exemple la variable aléatoire  $Y = Z/S^{0.8}$ , correspondant au débit pseudo-spécifique, ne modifie pas la fonction de répartition mais modifie la densité de probabilité. Ainsi, pour  $y = z/S^{0.8}$ , on a :

$$F_Y(y) = F_Z(z) \text{ et } f_Y(y) = S^{0.8} \cdot f_Z(z)$$

Finalement, le changement d'échelle dans la variable considérée, qui est nécessaire sur les cours d'eau que nous étudions du fait de la variabilité des points d'estimation des débits des crues, modifie, dans le calcul de la vraisemblance, la part relative des crues représentées par la fonction de répartition et de celles représentées par la fonction densité.

Si, dans un premier temps, les expressions de vraisemblance issues de la littérature ont été conservées, nous avons malgré tout souhaité vérifier si le choix d'expressions ne faisant pas appel aux densités de probabilité (et représentant par conséquent une réelle valeur de probabilité, indépendante de la méthode de normalisation des débits de crues retenue) était susceptible d'influer sur les résultats obtenus. Ceci également permis, par la même occasion, d'évaluer l'influence possible de l'incertitude de mesure sur les crues systématiques. Ces points seront traités au paragraphe 4.4.2.6.

#### 4.4.2.4 Résultats d'ajustements de la distribution de Gumbel

Les ajustements de la distribution de Gumbel ont été effectués, à partir des séries de crues étudiées, en utilisant successivement les quatre expressions de la vraisemblance définies par les équations (4.11) à (4.14). Nous l'avons vu, ceci va permettre de comparer l'effet d'une information historique tout d'abord supposée "parfaite", puis dégradée de façon plus ou moins importante. A titre de comparaison, un ajustement a également été effectué, pour chaque cours d'eau, en

utilisant uniquement les données de la période d'enregistrements systématiques (vraisemblance n°5, définie par l'équation (4.15)).

Les distributions ajustées selon ces cinq méthodes sont représentées, par cours d'eau, sur les figures 4.8 à 4.10.

D'une façon générale la loi de Gumbel s'ajuste assez mal aux échantillons observés, en particulier pour les deux cours d'eau de la Montagne Noire, La Clamoux et l'Orbiel. Pour la Salz et le Lauquet, l'ajustement reste imparfait mais est plus plausible, car il reste compatible avec les intervalles d'estimation des débits des crues historiques. Cette meilleure qualité d'ajustement s'explique par l'évolution plus progressive des débits de pointe des crues observées sur ces deux cours d'eau. Dans le cas de l'Orbiel et de la Clamoux, au contraire, le graphe des probabilités empiriques de crues présente une rupture de pente très nette entre les crues courantes, généralement issues de l'échantillon systématique, et les crues historiques, bien plus intenses. La distribution de Gumbel, du fait de sa forme linéaire (du moins asymptotiquement dans le mode de représentation adopté débit/ $\log(T)$ ), ne peut évidemment pas s'ajuster à une telle rupture de pente.

Même si les ajustements obtenus ne sont jamais parfaits, l'utilisation des données historiques influe de façon importante, et favorable, sur ces ajustements. La nature des données historiques valorisées a également une importance, puisque les résultats varient de façon perceptible en fonction du mode de calcul de la vraisemblance : le plus souvent les vraisemblances n°2 (dépassements du seuil de perception, cf. équation (4.12)) et n°3 (plus forte crue historique connue, cf. équation (4.13)), qui représentent une information historique dégradée, donnent des résultats intermédiaires entre l'ajustement effectué à partir des données systématiques seules (fonction de vraisemblance n°5, cf. équation (4.15)), et ceux valorisant une information historique plus complète (fonctions de vraisemblance n°1 et 4, cf. équation (4.11) et (4.14)). Ces résultats peuvent s'expliquer en observant que, dans le cas des fonctions de vraisemblances n°2 et 3, l'information historique prend une part beaucoup moins importante, dans la vraisemblance totale, que dans le cas des fonctions de vraisemblances n°1 et 4. Toutefois, même dans le cas des expressions de vraisemblance n°2 et 3, les résultats d'ajustement sont nettement influencés, montrant que même une information historique incomplète constitue un apport d'information significatif pour l'ajustement de la distribution.

Lorsque seul l'échantillon systématique est utilisé, la distribution de Gumbel s'ajuste assez bien aux crues de faible période de retour (qui correspondent à l'échantillon systématique), mais sous estime nettement les débits des crues de périodes de retour importantes. A l'inverse, l'incorporation des données historiques, quelle que soit la fonction de vraisemblance utilisée, permet de rapprocher la distribution ajustée des débits observés pour les fortes périodes de retour (qui sont toutefois toujours sous-estimés), mais les débits sont alors surestimés pour les périodes de retour faibles. Cette tendance est surtout marquée dans le cas de l'Orbiel et La

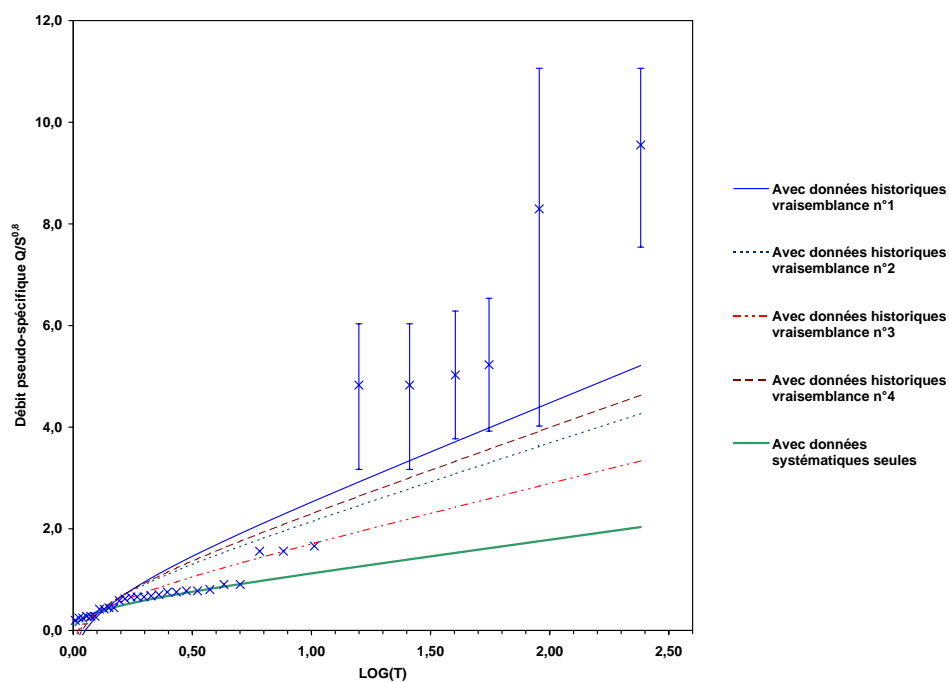


FIG. 4.8 – Ajustement de la distribution de Gumbel à la série des crues de la Clamoux

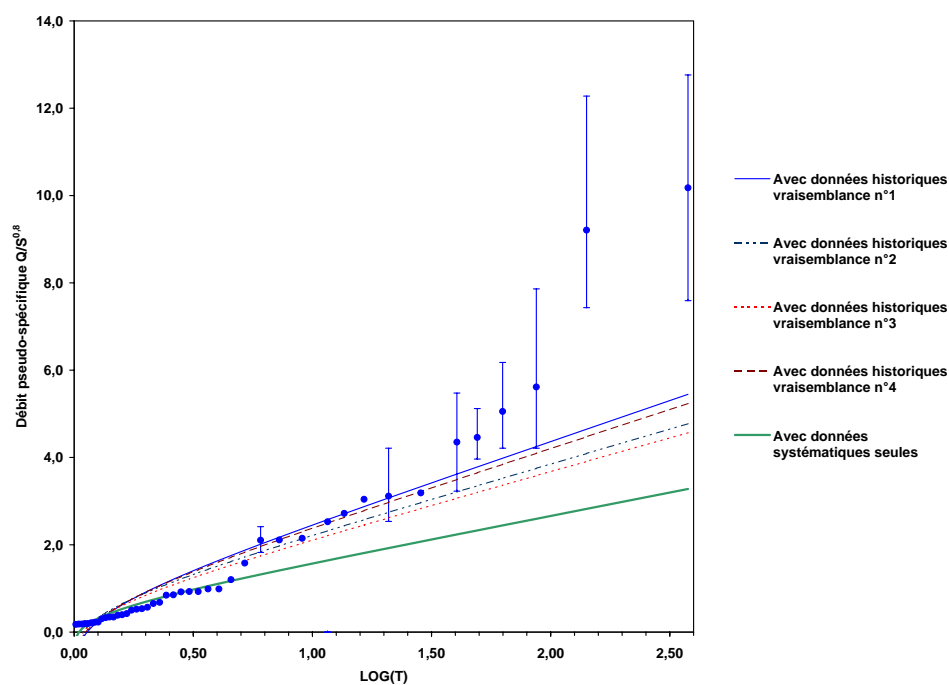


FIG. 4.9 – Ajustement de la distribution de Gumbel à la série des crues de l'Orbiel

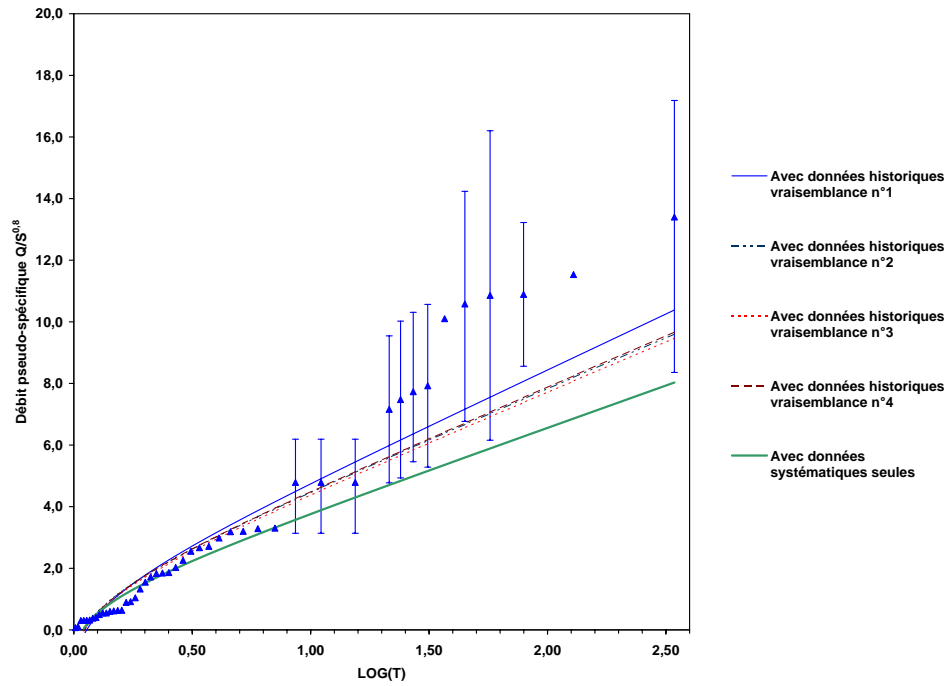


FIG. 4.10 – Ajustement de la distribution de Gumbel à la série des crues du Lauquet

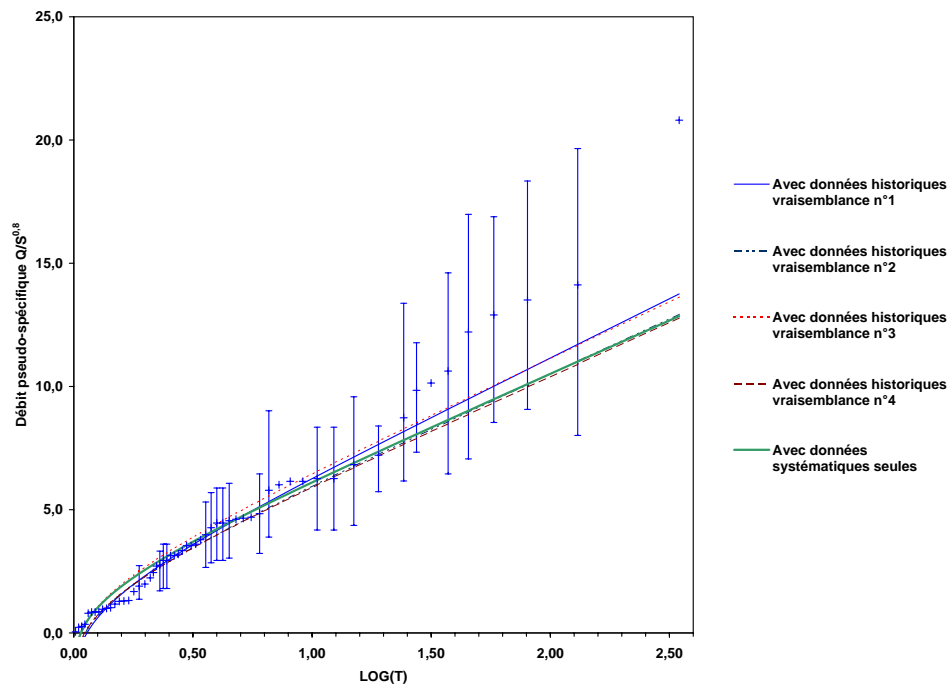


FIG. 4.11 – Ajustement de la distribution de Gumbel à la série des crues de la Salz

Clamoux, du fait de la rupture de pente observée sur le graphe des probabilités empiriques des crues.

##### 4.4.2.5 Résultats d’ajustements de la distribution de Fréchet (ou EVII)

Les ajustements de la distribution de Fréchet sont présentés sur les figures 4.12 à 4.14. Une fois de plus, les cinq fonctions de vraisemblance définies au paragraphe 4.4.2.2 ont été utilisées de façon successive.

La distribution de Fréchet, grâce à la présence d’un troisième paramètre, permet d’obtenir des ajustements bien plus satisfaisants que dans le cas de la distribution de Gumbel. Mais il est nécessaire d’utiliser les données historiques pour obtenir ces ajustements jugés corrects. Pour les quatre cours d’eau en effet, les ajustement obtenus en utilisant les données systématiques seules (vraisemblance n°5, cf. équation (4.15)) s’écartent très nettement des crues observées, pour des périodes de retour importantes.

L’utilisation des données historiques permet donc “d’orienter” favorablement l’ajustement, qui devient assez satisfaisant dans le cas de La Clamoux et de la Salz, un peu moins dans le cas de l’Orbiel et du Lauquet (tendance à la surestimation des débits pour les périodes de retour dépassant 100 ans). Comme dans le cas de la distribution de Gumbel, l’influence de la nature des informations historiques incorporées dans la fonction de vraisemblance est perceptible. Mais les ajustements obtenus s’écartent toujours de façon très nette de ceux obtenus à partir des données systématiques, ce qui confirme l’influence favorable de données historiques mêmes très incomplètes. C’est souvent avec la vraisemblance n°2 (équation (4.12)) que les ajustements les moins bons sont obtenus, ce qui est somme toute logique puisque cette fonction fait partie de celles qui valorisent l’information historique la plus incomplète. Les résultats obtenus avec les vraisemblances n°1 (équation (4.11)) et n°4 (équation (4.14)), quant à eux, restent toujours relativement proches, ce qui sembler indiquer que les incertitudes d’estimation des débits des crues historiques ne constituent pas une perte d’information importante. Ce résultat suppose toutefois que le mode représentation adopté pour les incertitudes de débit (débits supposés équiprobables au sein des intervalles d’estimation) corresponde bien à la réalité. Les ajustements auraient probablement été plus influencés si une corrélation des erreurs avec les débits avait été introduite (cf. Kuczera [1996]).

##### 4.4.2.6 Sensibilité des ajustements à l’imprécision des mesures systématiques, et à l’emploi de densités de probabilité dans la fonction de vraisemblance

Les premiers ajustements, présentés au paragraphe précédent, sont liés à différents choix que nous avons effectué pour représenter les séries de données étudiées :

- Tout d’abord, nous avons vu que les fonctions de vraisemblance utilisées, ont recours à des densités de probabilité, ce qui rend ces fonctions sensibles aux changements d’échelle nécessaires pour disposer de données de débits homogènes (passage du débit des crues

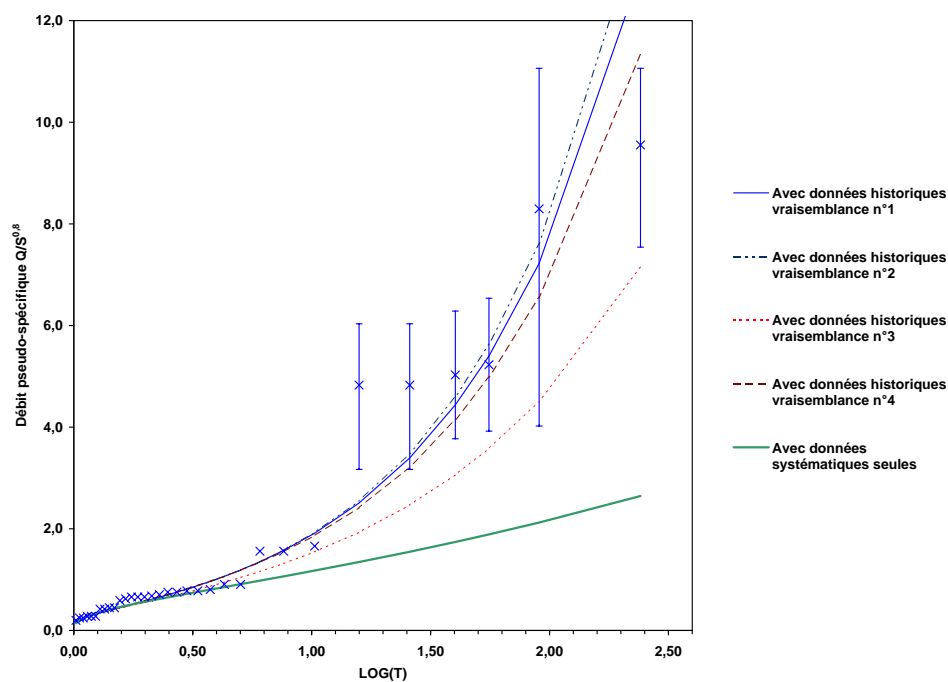


FIG. 4.12 – Ajustement de la loi de Fréchet à la série des crues de la Clamoux

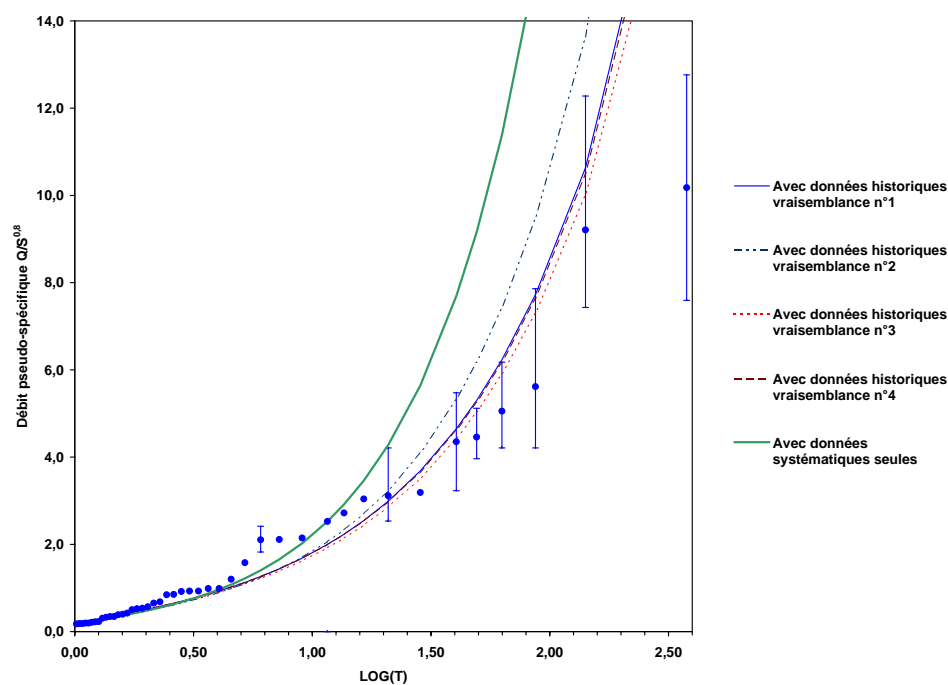


FIG. 4.13 – Ajustement de la loi de Fréchet sur la série des crues de l'Orbiel

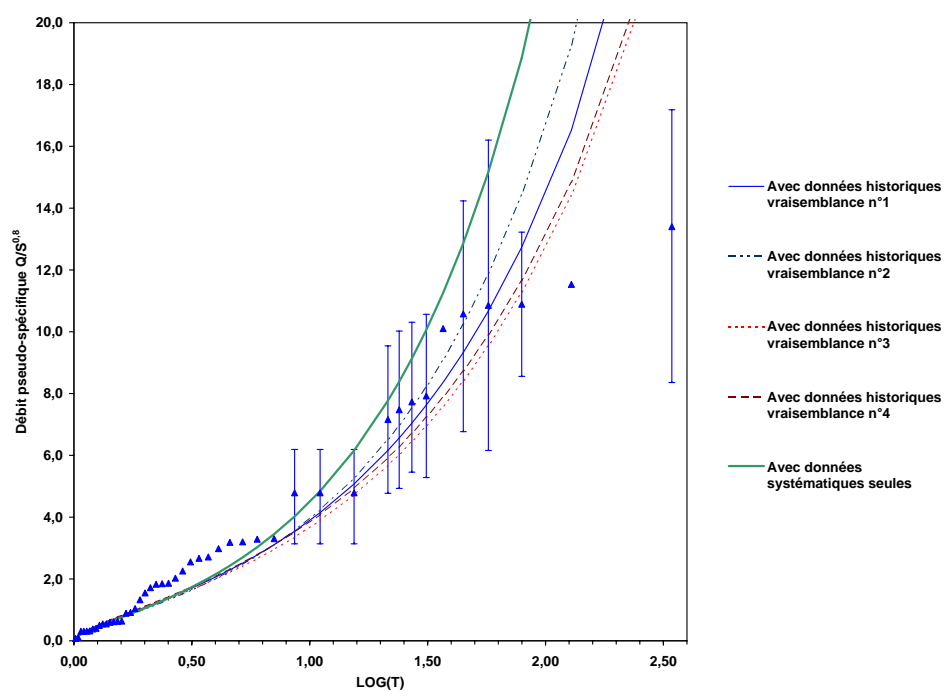


FIG. 4.14 – Ajustement de la loi de Fréchet à la série des crues du Lauquet

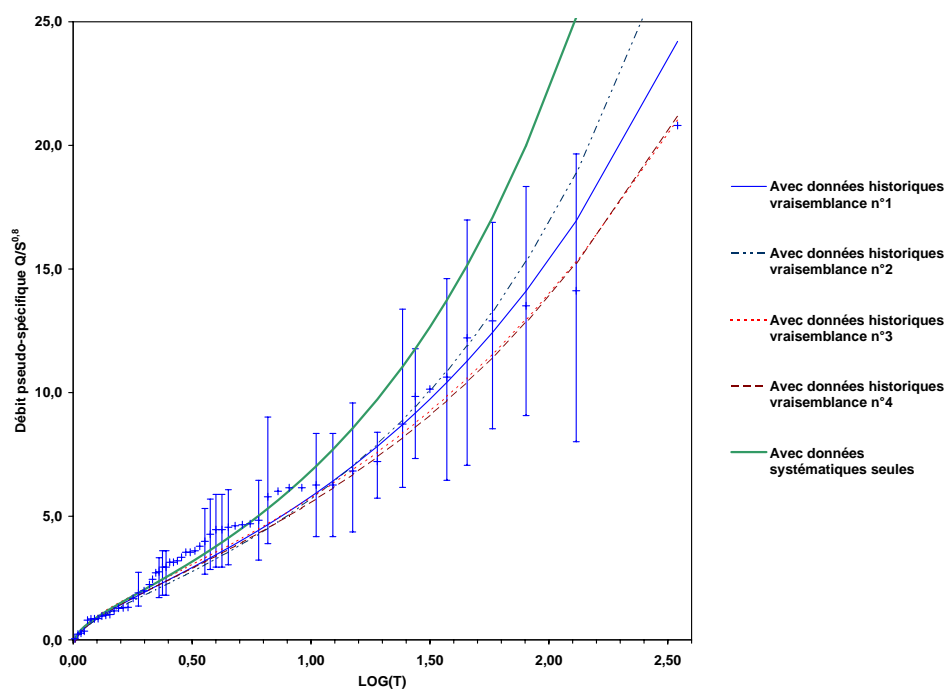


FIG. 4.15 – Ajustement de la loi de Fréchet à la série des crues de la Salz

au débit pseudo-spécifique). Avec ces expressions de vraisemblance, la “normalisation” des séries de débits de crue est donc susceptible d'influer sur l'ajustement des distributions.

- D'autre part, tous les ajustements ont été obtenus en supposant les débits des crues de la période systématique étaient connus avec une parfaite précision. Cette situation ne reflète pas véritablement la réalité. En effet, nous avons vu au chapitre précédent que l'évaluation des débits mesurés par les différentes stations limnigraphiques, repose souvent, en particulier en ce qui concerne les crues les plus intenses, sur une simple extrapolation de la courbe de tarage, à partir de la formule de Manning-Strickler. Dans ce cas on peut considérer qu'une incertitude importante pèse sur les valeurs de débits des crues systématiques, au même titre que pour les crues historiques. Les erreurs d'estimation correspondantes ont de plus de fortes chances d'être corrélées au débit (sous estimation ou sur estimation systématique du débit), ce qui rend leur impact sur les ajustements de distributions d'autant plus important [Kuczera, 1996].

Nous avons souhaité évaluer la sensibilité des résultats obtenus aux paragraphes précédents, vis à vis de ces deux facteurs d'incertitude (débits systématiques supposés plus précis qu'en réalité, et expressions de vraisemblance sensibles au changement d'échelle sur les variables étudiées). Pour cela, les ajustements ont été renouvelés en modifiant les fonctions de vraisemblance utilisées, de façon à tenir compte de ces deux sources d'incertitude.

Nous avons tout d'abord introduit, dans les expressions de vraisemblance présentées au paragraphe 4.4.2.2, les bornes inférieures et supérieures d'estimation du débit pour toutes les crues systématiques concernées par une incertitude, liée à l'extrapolation de la courbe de tarage. De plus, de façon à supprimer totalement le recours à des densités de probabilité, nous avons également introduit un intervalle pour les crues dont le débit est supposé connu avec précision. Cet intervalle correspond à une erreur de  $\pm 1\%$  sur la valeur de débit estimée, ce qui correspond à l'ordre de grandeur donné par Kuczera [1996] pour les crues situées dans la partie non extrapolée des courbes de tarage. Les fonctions de vraisemblance initialement utilisées ont été modifiées de façon à prendre en compte l'ensemble de ces intervalles. De l'expression initiale de la vraisemblance de l'échantillon systématique  $x = (x_1, \dots, x_{N_s})$  (cf. équation (4.15)), nous passons donc ici à une expression du type :

$$L(X, X^{inf}, X^{sup}) = \prod_{j=1}^{N_s} (F(x_j^{sup}) - F(x_j^{inf})) \quad (4.18)$$

où les intervalles de débit  $[x_k^{inf}; x_k^{sup}]$  correspondent aux intervalles issues de l'estimation du débit, pour les crues situées dans la partie extrapolée de la courbe de tarage, et à  $[0.99.x_j; 1.01.x_j]$  pour les crues situées dans la zone interpolée.

Par rapport aux échantillons de données systématiques initiaux, les crues représentées sous forme d'intervalles de débit de type  $[x_k^{inf}; x_k^{sup}]$  (crues situées dans la zone extrapolée de la courbe



de tarage), représentent :

- 15 crues sur 28 dans le cas de la Clamoux (soit l'ensemble des crues ayant dépassé une hauteur de 0,8 m à l'échelle de la station). Pour ces crues l'estimation de débit n'a pas été réalisée en appliquant la formule de Manning Strickler, mais en admettant la validité de la courbe de tarage. Les bornes inférieures et supérieures de débit ont par conséquent été calculées en choisissant arbitrairement un intervalle de -15% à +15% par rapport aux valeurs données par la courbe de tarage.
- 2 crues sur 35 dans le cas de l'Orbiel (soit l'ensemble des crues ayant dépassé une hauteur de 2,4 m à l'échelle de la station).
- 12 crues sur 36 dans le cas du Lauquet (soit l'ensemble des crues ayant dépassé une hauteur de 3,5 m à l'échelle de la station).
- 22 crues sur 36 dans le cas de la Salz (soit l'ensemble des crues ayant dépassé une hauteur de 2 m à l'échelle de la station).

La vraisemblance de la partie historique des échantillons a par ailleurs été calculée en reprenant les quatre variantes définies au paragraphe 4.4.2.2. Dans les expressions (4.11) et (4.13) toutefois (vraisemblances n°1 et n°3), les débits  $x_i$  des crues historiques ont également été représentés sous forme d'un intervalle de type  $[0.99.x_i; 1.01.x_i]$ , de façon là encore à ne pas avoir recours à la fonction densité de probabilité.

Les résultats des ajustements obtenus avec ces nouvelles fonctions de vraisemblance sont présentés sur les figures 4.16 à 4.18. La modification des ajustements est quasi imperceptible, visuellement, par rapport aux figures 4.8 à 4.14. De façon à pouvoir quantifier ces modifications, le tableau 4.1 compare les valeurs des débits centennaux calculés avec les différentes distributions ajustées, avant et après modification des fonctions de vraisemblance. Là encore, les différences constatées sont très faibles. Elles ne semblent pas de nature à modifier en quoi que ce soit les conclusions qui pourraient être tirées de ces ajustements.

Ce constat rejoint d'ailleurs les résultats obtenus par Kuczera [1992], qui observe que la prise en compte d'erreurs de mesure sur les débits systématiques (lorsque ces erreurs sont non corrélées au débit toutefois) dans la fonction de vraisemblance ne modifie qu'assez peu l'estimation des quantiles de crue.

D'autre part, nous pouvons également conclure de ces résultats que le recours à la fonction densité de probabilité, dans le calcul de la vraisemblance, n'est pas de nature à modifier de façon importante les ajustements, malgré les changements d'échelle effectués sur les variables étudiées.

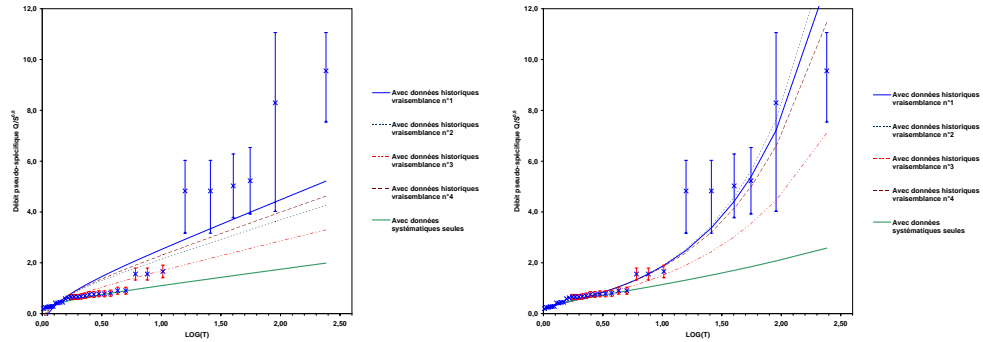


FIG. 4.16 – Ajustement des lois de Gumbel et Fréchet à la série de crues de la Clamoux, avec prise en compte de l'incertitude sur les débits systématiques

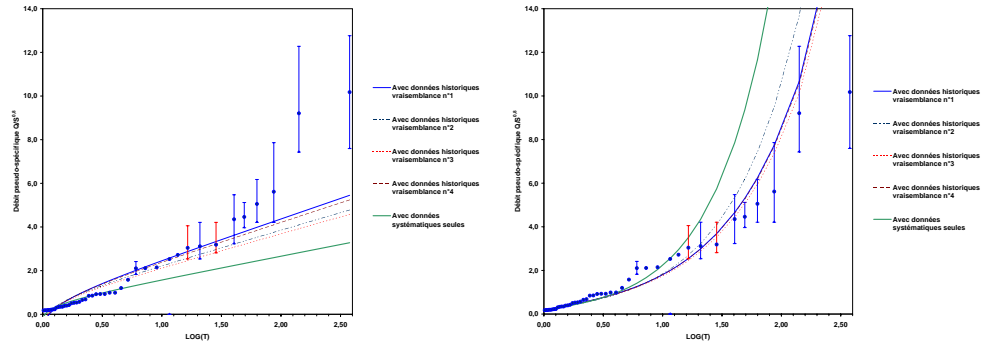


FIG. 4.17 – Ajustement des lois de Gumbel et Fréchet à la série de crues de l'Orbiel, avec prise en compte de l'incertitude sur les débits systématiques

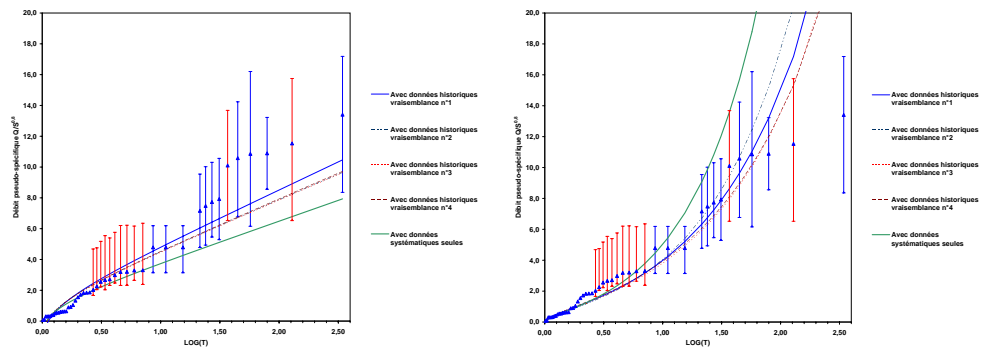


FIG. 4.18 – Ajustement des lois de Gumbel et Fréchet à la série de crues du Lauquet, avec prise en compte de l'incertitude sur les débits systématiques

Cours d'eau étudié	Fonction de vraisemblance utilisée	Estimation de la crue centennale $Q_{100}/S^{0.8}$			
		Distribution de Gumbel		Distribution de Fréchet	
		Distribution ajustement initial	ajustement modifié	Distribution ajustement initial	ajustement modifié
Clamoux	n°1 (eq.(4.11))	4.48	4.48	7.67	7.66
	n°2 (eq.(4.12))	3.69	3.69	8.09	8.11
	n°3 (eq.(4.13))	2.89	2.86	4.73	4.68
	n°4 (eq.(4.14))	3.99	3.99	6.94	6.97
	n°5 (eq.(4.15))	1.79	1.75	2.17	2.12
Orbiel	n°1 (eq.(4.11))	4.36	4.37	8.47	8.49
	n°2 (eq.(4.12))	3.85	3.85	10.51	10.54
	n°3 (eq.(4.13))	3.68	3.69	7.99	8.07
	n°4 (eq.(4.14))	4.20	4.21	8.36	8.42
	n°5 (eq.(4.15))	2.66	2.66	17.17	17.65
Laquet	n°1 (eq.(4.11))	8.44	8.51	14.43	14.99
	n°2 (eq.(4.12))	7.83	7.88	16.57	17.49
	n°3 (eq.(4.13))	7.71	7.85	12.69	13.45
	n°4 (eq.(4.14))	7.88	7.93	13.09	13.49
	n°5 (eq.(4.15))	6.56	6.48	22.01	28.2
Salz	n°1 (eq.(4.11))	11.15	11.04	15.34	15.31
	n°2 (eq.(4.12))	10.51	10.36	16.84	16.65
	n°3 (eq.(4.13))	11.14	10.87	13.98	13.77
	n°4 (eq.(4.14))	10.39	10.26	13.89	13.80
	n°5 (eq.(4.15))	10.51	10.14	22.21	21.06

Tab. 4.1 – Valeurs des quantiles centennaux calculés à partir des distributions de Gumbel et Fréchet, ajustées successivement en utilisant les formules de vraisemblance initiales, puis les formules modifiées n'ayant pas recours à la fonction densité de probabilité et tenant compte de l'incertitude sur les débits systématiques

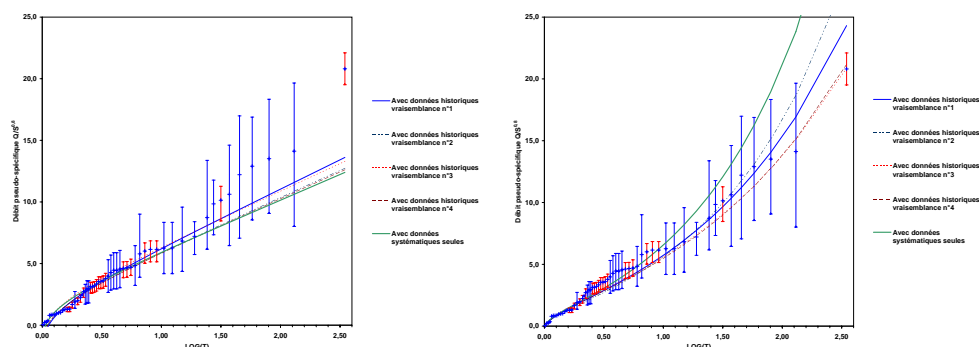


FIG. 4.19 – Ajustement des lois de Gumbel et Fréchet à la série de crues de la Salz, avec prise en compte de l'incertitude sur les débits systématiques

Par conséquent, par la suite nous allons revenir aux expressions de vraisemblance initialement privilégiées, qui consistent à supposer les débits des crues systématiques connus avec exactitude, et à représenter ces crues par leur densité de probabilité. Ces expressions, outre le fait qu'elles ont déjà été utilisées dans de nombreux travaux antérieurs, facilitent le développement et la mise en place des tests statistiques par simulations, qui seront développés par la suite. En effet, la simulation de crues sous forme d'intervalles de débit se serait avérée problématique, sans connaître la distribution statistique de ces intervalles.

#### 4.4.2.7 Conclusion concernant l'ajustement des distributions de Gumbel et de Fréchet

Les différents ajustements des distributions de Gumbel et Fréchet ont montré, dans la plupart des cas, que l'utilisation des seules données systématiques ne permet pas d'obtenir un ajustement satisfaisant, ou du moins reproduisant correctement les valeurs des crues observées pour des périodes de retours importantes (crues qui sont pour la plupart issues des données historiques). L'ajout des données historiques dans l'échantillon observé permet de réorienter les ajustements de façon à mieux reproduire les crues de forte période de retour. Cette orientation favorable est généralement obtenue, avec une plus ou moins grande amplitude, quelle que soit la nature des informations historiques incorporées dans la fonction de vraisemblance. Les résultats obtenus entre la vraisemblance n°1 (équation (4.11)), supposant le débit des crues historiques connu avec exactitude, et la vraisemblance n°4 (équation (4.14)), tenant compte de l'incertitude sur l'estimation de ces débits, sont généralement très proches. L'influence de la précision du débit des crues historiques paraît par conséquent limité, même si ce résultat est évidemment lié au mode de représentation des incertitudes que nous avons adopté (débits supposés équiprobables au sein des intervalles).

Quelques exceptions sont toutefois observées. Tout d'abord il peut arriver que l'ajustement effectué à partir des seules données systématiques soit déjà relativement cohérent avec les observations. Ceci est notamment le cas pour la loi de Gumbel sur la Salz et le Lauquet. Dans ce

cas l'influence de l'utilisation des données historiques devient bien évidemment beaucoup moins nette. L'apport des données historiques est également moins évident lorsque la distribution ajustée, du fait de sa forme, ne semble pas du tout à même de représenter la série observée. Dans les cas de la distribution de Gumbel par exemple, sur la Clamoux et l'Orbiel, les ajustements obtenus se rapprochent certes de la série des crues observées lorsque les données historiques sont utilisés, mais ils ne sont jamais réellement satisfaisants.

Ceci illustre tout simplement le fait qu'avant même l'utilisation de données adaptées pour effectuer l'ajustement d'une distribution statistique, c'est avant tout le choix d'une distribution appropriée (apte à représenter la distribution parente) qui permet d'obtenir un bon ajustement. A ce titre, les résultats obtenus semblent indiquer que la distribution de Gumbel est inadaptée dans le cas de la Clamoux et de l'Orbiel.

Enfin, nous nous sommes posés la question de l'influence possible, sur les ajustements obtenus, d'une part de l'incertitude de mesure des débits des crues systématiques, et d'autre part du recours à des densités de probabilité dans les expressions de vraisemblance utilisées. L'influence de ces facteurs est apparue tout à fait limitée. Par conséquent, le choix a été fait de conserver par la suite la démarche d'analyse initiale, consistant à supposer les données systématiques "parfaites", et à évaluer l'apport de données historiques, pour leur part imparfaites mais représentatives d'une période d'observation bien plus longue.

### 4.4.3 Tests de validité des distributions

#### 4.4.3.1 Introduction et principe des tests menés

Les ajustements obtenus au paragraphe précédent nous ont amené, dans certains cas, à conclure que les distributions utilisées semblaient inadaptées pour représenter les séries de crues étudiées. C'est le cas notamment pour la distribution de Gumbel, sur la Clamoux et l'Orbiel. Mais ces conclusions restent fragiles, dans la mesure où nous n'avons aucune idée de la forme réelle de la distribution parente des séries étudiées. Nos conclusions ne reposent que sur l'ajustement à un échantillon de crues donné, que nous supposons représentatif de la forme de la distribution parente. Ces conclusions peuvent donc être directement influencées par la fluctuation d'échantillonnage. Nous abordons ici la problématique, liée aux méthodes paramétriques, du choix d'une distribution statistique apte à reproduire correctement les séries observées.

De façon à pouvoir tirer de conclusions plus nettes, nous avons développé un test statistique, permettant de tester l'hypothèse que l'échantillon des crues observées puisse être issu de la distribution ajustée. Ce test permet, lorsque un mauvais ajustement visuel est constaté, de confirmer que la distribution ajustée ne peut pas être la distribution parente de la série étudiée. Il peut être conduit indifféremment en utilisant les données systématiques et/ou les données historiques.

Ce test consiste à simuler, à partir de la distribution ajustée, un grand nombre d'échantillons de caractéristiques similaires à celui observé (mêmes durées de chroniques historiques et systématiques, mêmes seuils de perception). En recalculant la valeur de la vraisemblance pour chaque échantillon simulé, on obtient la distribution des valeurs de vraisemblance des échantillons réellement issus de la distribution testée. La valeur de vraisemblance de l'échantillon observé peut être comparée à cette distribution, ce qui permet de quantifier la façon dont l'échantillon observé "s'écarte" de ce qui est normalement obtenu à partir de la distribution testée.

Ce test s'applique aussi bien aux vraisemblances calculées sur la totalité des échantillons, qu'à celles calculées sur les périodes systématiques et/ou historiques seules. Ainsi il est possible de conclure de façon séparée sur la capacité d'une distribution à représenter la partie systématique et/ou la partie historique de l'échantillon observé.

Dans ce paragraphe, nous allons pouvoir effectuer une comparaison des résultats donnés par ce test, lorsqu'il est effectué sur la base des seules données systématiques, et lorsque les données historiques sont valorisées. Ceci constitue un moyen d'évaluer si le complément d'information représenté par les données historiques, constitue une aide, pour le choix de distributions candidates adaptées, lors de l'application de méthodes paramétriques.

#### 4.4.3.2 Exemple de réalisation du test

De façon à mieux comprendre la procédure de test menée, nous allons maintenant présenter un exemple de la réalisation de ce test, dans le cas de la distribution de Gumbel, ajustée sur le bassin de la Clamoux en utilisant la fonction de vraisemblance n°1.

Le test est mené en simulant, à partir de la distribution ajustée, 5000 échantillons de caractéristiques identiques à celui observé et utilisé pour l'ajustement, à savoir, dans le cas de la Clamoux : 29 années d'observations systématiques, et 111 années d'observations historiques censurées au dessus d'un seuil de perception de 3.5 (en débit pseudo-spécifique). La vraisemblance de chacun de ces échantillons est ensuite calculée, en distinguant la vraisemblance calculée pour la partie historique de l'échantillon, celle calculée sur la partie systématique, ainsi que leur somme qui représente la vraisemblance totale. Les histogrammes des valeurs de vraisemblance obtenues sont représentés sur la figure 4.20. Dans chaque cas (vraisemblance totale des échantillons, vraisemblance de la partie historique des échantillons, et vraisemblance de la partie systématique), la valeur de vraisemblance correspondante de l'échantillon observé est indiquée en légende. A la lecture de ces résultats, on se rend compte que la vraisemblance totale de l'échantillon observé est cohérente avec les valeurs de vraisemblance issues des simulations. En revanche, il n'en est pas de même si l'on examine séparément les valeurs de vraisemblance de la partie historique et de la partie systématique des échantillons. En effet dans ces deux cas, l'échantillon observé se démarque très nettement des échantillons simulés. Ainsi par exemple pour les crues systématiques observées la valeur de  $\ln(\text{vraisemblance})$  est de -25.5 et cette valeur n'est jamais dépassée lors

des simulations. De la même façon la valeur de  $\ln(\text{vraisemblance})$  est de -43.0 pour l'échantillon historique observé et cette valeur est dépassée dans plus de 99% des cas lors des simulations.

Lorsque, comme c'est le cas ici, la vraisemblance de l'échantillon observé est dépassée pour moins de 5% ou plus de 95% des simulations, on peut rejeter l'hypothèse que l'échantillon observé soit issu de la distribution testée, avec un risque d'erreur inférieur à 5%.

La conclusion du test, dans le cas présenté, est donc que la loi de Gumbel testée ne peut être la distribution parente de l'échantillon observé. Ces résultats traduisent tout simplement, mais de façon quantifiée cette fois, le fait que la distribution testée a tendance à surestimer le débit des crues observées pour les périodes de retour faibles (crues correspondant à l'échantillon systématique) et à sous-estimer le débit des crues observées pour les périodes de retour importantes (soit pour les crues historiques). Le test statistique mené a en quelque sorte permis d'évaluer l'écart d'ajustement que nous avons déjà observé visuellement, et nous permet de conclure que cet écart est peu plausible d'un point de vue statistique.

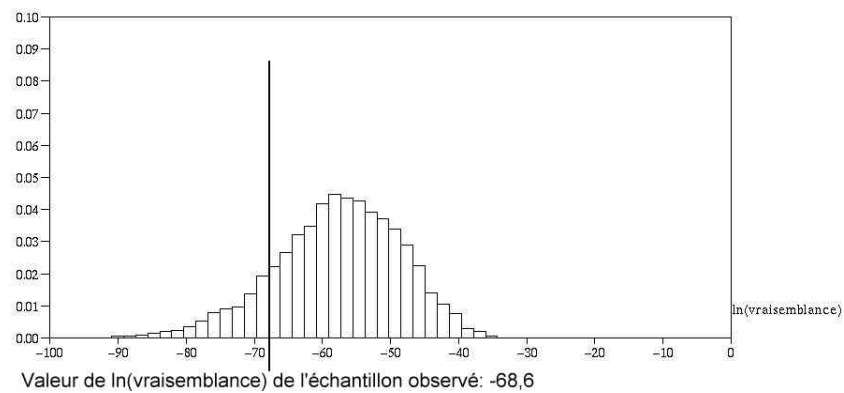
##### 4.4.3.3 Autres résultats du test dans le cas de la Clamoux

Le test présenté au paragraphe précédent peut être renouvelé en changeant la fonction de vraisemblance utilisée, à la fois pour l'ajustement de la distribution, et la comparaison échantillon observé/échantillons simulés. Seule la fonction de vraisemblance n°4 ne peut être utilisée en raison de l'impossibilité de simuler des échantillons de crues sous forme d'intervalles de débit (la distribution statistique de ces intervalles n'étant pas connue). L'utilisation de la fonction de vraisemblance n°5 (ne tenant compte que des crues systématiques, cf. équation(4.15) est envisageable, mais dans ce cas, le test ne peut être mené sur la partie historique des échantillons, qu'à condition de choisir une expression de la vraisemblance pour cette partie des échantillons, cette expression n'étant pas incluse dans l'équation (4.15). Pour ce faire, nous avons retenu l'expression issue de la fonction de vraisemblance n°1 (cf. équation(4.11)), basée sur les valeurs de débits des crues historiques ayant dépassé le seuil de perception.

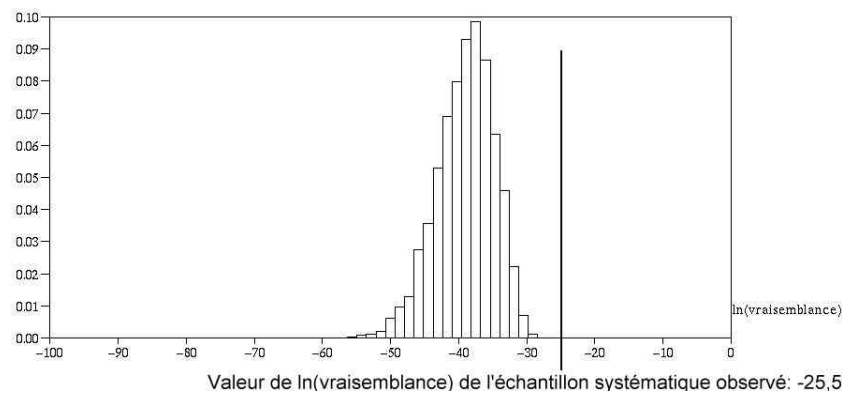
Les résultats des tests, menés pour la distribution de Gumbel, en utilisant les quatre différentes expressions de vraisemblance (n°1,2,3 et 5), sont détaillés dans le tableau 4.2. Dans le cas de la Clamoux, ces résultats ne laissent aucun doute subsister : quelle que soit la fonction de vraisemblance utilisée pour l'ajustement, l'échantillon observé s'écarte très significativement de ceux simulés à partir de la distribution.

On peut remarquer toutefois que cette conclusion n'est obtenue que grâce à la valorisation de l'information historique. En effet, si seules les données systématiques sont utilisées, le test, réalisé à partir de l'expression de vraisemblance n°5 et sur le seul échantillon systématique, ne détecte pas d'incohérence entre la distribution ajustée et l'échantillon observé : la vraisemblance de ce dernier est dépassée pour 61% des simulations. La même distribution, confrontée à l'échantillon

Histogramme des valeurs de vraisemblance des échantillons simulés :



Histogramme des valeurs de vraisemblance des échantillons systématiques simulés :



Histogramme des valeurs de vraisemblance des échantillons historiques simulés :

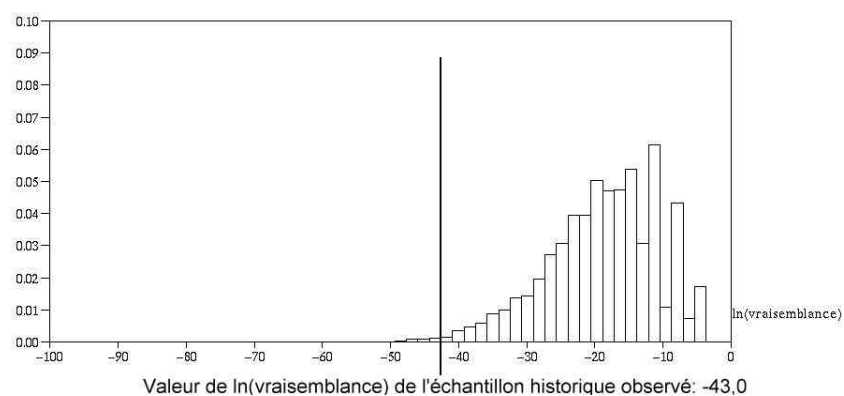


FIG. 4.20 – Histogrammes des valeurs de vraisemblance des échantillons simulés à partir de la distribution de Gumbel, ajustée sur la Clamoux (vraisemblance n°1), et valeurs de vraisemblance correspondantes des échantillons observés



Cours d'eau étudié	Fonction de vraisemblance utilisée	Valeurs des paramètres $\alpha$ $\beta$	Echantillon systématique ln(vraisemblance) éch. observé	% de dépassement éch. simulés	Echantillon historique ln(vraisemblance) éch. observé	% de dépassement éch. simulés
Clamoux	n°1 (eq.(4.11))	0.655	0.831	-25.5	0	99.5
	n°2 (eq.(4.12))	0.665	0.657	-20.5	0	99.9
	n°3 (eq.(4.13))	0.563	0.506	-15.2	0.1	100
	n°4 (eq.(4.14))	0.667	0.723	-22.5	test non réalisé	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	0.488	0.282	-9.6	61	100
Orbiel	n°1 (eq.(4.11))	0.619	0.814	-37.9	0.5	95.3
	n°2 (eq.(4.12))	0.646	0.696	-35.4	5.1	95.6
	n°3 (eq.(4.13))	0.599	0.669	-34.8	8.3	100
	n°4 (eq.(4.14))	0.630	0.777	-37.1	test non réalisé	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	0.526	0.464	-32.1	80.2	100
Laugnet	n°1 (eq.(4.11))	1.200	1.573	-69.2	22.2	82.3
	n°2 (eq.(4.12))	1.232	1.434	-68.4	42.7	84.4
	n°3 (eq.(4.13))	1.181	1.420	-68.3	44.2	96.4
	n°4 (eq.(4.14))	1.229	1.446	-68.5	test non réalisé	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	1.082	1.190	-67.6	82.7	100
Salz	n°1 (eq.(4.11))	1.571	2.083	-84.0	60.0	47.2
	n°2 (eq.(4.12))	1.583	1.940	-83.6	75.7	77.2
	n°3 (eq.(4.13))	1.958	1.996	-83.2	65.1	55.2
	n°4 (eq.(4.14))	1.601	1.911	-83.6	test non réalisé	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	1.887	1.875	-83.1	78.7	65.8

TAB. 4.2 – Tests de validité de la distribution de Gumbel : valeurs de vraisemblance des échantillons systématique et historique observés, après ajustement de la distribution, et dépassement de ces valeurs lors des simulations

historique, peut en revanche immédiatement être rejetée (vraisemblance de l'échantillon historique dépassée pour 100% des simulations). Par ailleurs, dès lors que les données historiques sont utilisées pour l'ajustement de la distribution (vraisemblances n°1 à 3), celle-ci est systématiquement rejetée, que le test soit mené sur l'échantillon historique ou sur l'échantillon systématique. Ce sont donc bien, dans tous les cas, les données historiques qui nous permettent de conclure que la distribution de Gumbel est inadaptée.

Le tableau 4.3 présente les résultats des tests similaires, menés cette fois dans le cas de la distribution de Fréchet. Pour la Clamoux, lorsque la distribution de Fréchet est ajustée en utilisant les données historiques (vraisemblances n°1 à n°3), elle ne peut jamais être rejetée, les simulations restant toujours cohérentes avec les valeurs de vraisemblance des échantillons historiques et systématiques observés. En revanche, la distribution de Fréchet est rejetée si elle n'est ajustée qu'à partir des seules données systématiques (vraisemblance n°5) : dans ce cas les simulations mettent en évidence une mauvaise cohérence avec l'échantillon historique. Là encore, si le test était mené sur l'échantillon systématique seul, il ne permettrait pas de rejeter cette distribution.

Dans le cas du bassin de la Clamoux, l'influence favorable des données historiques sur l'ajustement de la distribution de Fréchet est donc confirmée par les résultats du test, indépendamment de la nature de l'information historique valorisée : les distributions ajustées à partir des données historiques, constituent toutes des distributions parentes candidates possibles. Nous retrouvons ici les conclusions qui avaient pu être tirées de l'examen visuel des ajustements : mauvais ajustement de la distribution de Fréchet dans le cas de l'utilisation des seules données systématiques, plus satisfaisant dès lors que l'information historique est utilisée, quelle que soit la nature de cette information. Mais cette fois, ces conclusions sont confirmées par un test statistique et ne reposent plus sur un simple examen visuel.

#### **4.4.3.4 Résultats des tests menés pour les autres cours d'eau**

Les tableaux 4.3 et 4.4, en dehors du cas de la Clamoux, présentent également les résultats des tests menés pour les trois autres cours d'eau.

Dans le cas de l'Orbiel, les résultats sont proches de ceux obtenus sur la Clamoux. La distribution de Gumbel est rejetée quelle que soit la méthode d'ajustement adoptée, avec ou sans données historiques. En revanche cette même distribution n'aurait pas pu être rejetée si seules les données systématiques avaient été disponibles. Les résultats des simulations sont toutefois un peu moins nets que dans le cas de la Clamoux : parfois, seuls l'échantillon systématique et/ou l'échantillon historique observé s'écarte significativement des simulations, et les résultats sont à plusieurs reprises proches des seuils de rejet de 5% et 95%. Ceci permet de toucher du doigt l'influence possible de la qualité des données historiques valorisées, sur les résultats du test. Dans le cas de la vraisemblance n°2 par exemple (information limitée aux dépassements de seuil), le rejet de la distribution de Gumbel s'avère plus difficile. Avec des données historiques plus précises et complètes, il devient beaucoup plus facile de conclure.

Cours d'eau étudié	Fonction de vraisemblance utilisée	Valeurs des paramètres			Echantillon systématique		Echantillon historique	
		$\alpha$	$\beta$	k	$\ln(\text{vraisemblance})$ éch. observé	% de dépassement éch. simulés	$\ln(\text{vraisemblance})$ éch. observé	% de dépassement éch. simulés
Clamoux	n°1 (eq.(4.11))	0.456	0.303	-0.589	-11.1	9.6	-36.9	79.9
	n°2 (eq.(4.12))	0.450	0.298	-0.612	-11.2	11.0	-23.7	74.4
	n°3 (eq.(4.13))	0.447	0.275	-0.454	-10.2	23.6	-7.8	76.9
	n°4 (eq.(4.14))	0.465	0.308	-0.550	-11.0	test non réalisé	-28.2	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	0.467	0.265	-0.139	-9.3	52.8	-59.7	100
Orbiel	n°1 (eq.(4.11))	0.395	0.275	-0.653	-24.5	58.5	-48.3	48.8
	n°2 (eq.(4.12))	0.371	0.251	-0.748	-24.3	62.6	-32.8	41.2
	n°3 (eq.(4.13))	0.389	0.266	-0.645	-24.5	64.8	-8.1	16.1
	n°4 (eq.(4.14))	0.397	0.276	-0.648	-24.5	test non réalisé	-41.4	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	0.368	0.258	-0.885	-24.2	45.3	-49.9	5.9
Laquet	n°1 (eq.(4.11))	0.785	0.737	-0.510	-58.8	65.2	-51.3	45.5
	n°2 (eq.(4.12))	0.742	0.700	-0.573	-58.7	65.6	-32.1	34.9
	n°3 (eq.(4.13))	0.778	0.719	-0.474	-59.0	71.9	-8.1	6.6
	n°4 (eq.(4.14))	0.816	0.762	-0.465	-59.0	test non réalisé	-35.0	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	0.752	0.734	-0.649	-58.6	49.9	-52.4	11.8
Salz	n°1 (eq.(4.11))	1.415	1.331	-0.319	-77.9	75.4	-85.6	32.8
	n°2 (eq.(4.12))	1.335	1.217	-0.387	-77.9	80.4	-45.0	35.4
	n°3 (eq.(4.13))	1.538	1.360	-0.271	-78.1	76.9	-7.8	17.6
	n°4 (eq.(4.14))	1.429	1.314	-0.284	-78.1	test non réalisé	-56.3	test non réalisé
	n°5 (eq.(4.15))	1.491	1.388	-0.440	-77.5	52.7	-87.4	3.2

TAB. 4.3 – Tests de validité de la distribution de Fréchet : valeurs de vraisemblance des échantillons systématique et historique observés, après ajustement de la distribution, et dépassement de ces valeurs lors des simulations

La distribution de Fréchet, quant à elle, ne peut jamais être rejetée dans le cas de l'Orbiel, quelle que soit la méthode d'ajustement employée. Lorsque l'ajustement est effectué à partir des seules données systématiques (vraisemblance n°5), le résultat du test est proche du seuil de rejet (seules 5.7% des simulations dépassent la vraisemblance de l'échantillon historique).

Les résultats des tests menés dans le cas de la Salz et du Lauquet se démarquent très nettement des précédents. En effet, aucun des tests menés n'amène à exclure la loi de Gumbel, sauf lorsque celle-ci est ajustée en utilisant les seules données systématiques, dans le cas du Lauquet. La distribution de Fréchet ne peut pas plus être écartée, sauf là encore, lorsque l'ajustement n'est effectué qu'à partir des données systématiques, mais dans le cas de la Salz cette fois.

D'une façon générale, ces résultats confirment l'analyse visuelle des ajustements qui avait pu être menée au paragraphe précédent : pour l'Orbiel, ajustements bien meilleurs avec la loi de Fréchet qu'avec la loi de Gumbel, lorsque les données historiques sont utilisées ; pour les deux autres cours d'eau, choix plus difficile entre les deux distributions, les seuls ajustements qui s'écartent parfois de façon importante de l'échantillon observé, étant ceux réalisés à partir des données systématiques seules.

On peut signaler ici que le fait d'avoir travaillé sur les débits pseudo-spécifiques influe très peu sur les résultats obtenus. Les mêmes simulations, réalisées en utilisant directement les chroniques de débits spécifiques ou même de débits, ont amené à des résultats très similaires.

#### **4.4.3.5 Conclusions concernant les tests de validité des distributions de Gumbel et Fréchet**

La procédure de test développée a permis, dans un nombre significatif de cas, de rejeter la validité des distributions ajustées aux paragraphes 4.4.2.4 et 4.4.2.5, les échantillons simulés à partir de ces distributions s'écartant très significativement de ceux réellement observés. Dans la plupart des cas, ces résultats ne font que confirmer l'impression visuelle tirée des ajustements, le test statistique constituant simplement un moyen de quantifier cet écart.

D'autre part, les tests menés ont permis de conclure uniquement lorsque les données historiques étaient valorisées. En effet, lorsque seules les données systématiques sont utilisées pour le test (choix de la vraisemblance n°5 pour l'ajustement, et réalisation du test sur la part systématique seule de l'échantillon), aucune des distributions testées n'est rejetée. Les mêmes distributions (toujours ajustées à partir des données systématiques), dès lors qu'elles sont confrontées aux données historiques lors du test, sont rejetées dans une très grande majorité des cas (les deux seules exceptions étant la distribution de Fréchet dans le cas du Lauquet et la distribution de Gumbel dans le cas de la Salz).

Ces résultats confirment donc la mauvaise qualité générale des ajustements obtenus, lorsqu'ils sont réalisés sur la base des seules données systématiques. Ils confirment par la même occasion

l'intérêt des données historiques, pour améliorer ces ajustements. Ceci est plus particulièrement vrai pour la distribution de Fréchet (dans le cas de la Clamoux, de l'Orbiel, et de la Salz), qui a pu être rejetée lorsqu'elle était ajustée à partir des données systématiques seules, et qui ne peut plus l'être dès lors que les données historiques sont valorisées pour l'ajustement. Dans le cas du Lauquet cette même distribution ne peut jamais être exclue, quelle que soit la méthode d'ajustement employée, valorisant ou non les données historiques.

Dans le cas de la distribution de Gumbel, l'utilisation des données historiques dans l'ajustement ne modifie favorablement les conclusions du test que dans le cas du Lauquet. Dans les autres cas, la distribution est soit systématiquement rejetée, quelle que soit la méthode d'ajustement employée (cas de la Clamoux et de l'Orbiel), soit ne peut jamais l'être (cas de la Salz). La validité de la distribution de Gumbel pour représenter les crues des cours d'eau étudiés peut finalement être écartée, de façon définitive, dans deux cas sur quatre, ce qui confirme l'intérêt des données historiques pour le choix de la distribution candidate.

La distribution de Fréchet paraît finalement plus à même de tirer parti des données historiques, cette distribution n'étant jamais exclue, dès lors qu'elle est ajustée en utilisant les données historiques. Ces résultats rejoignent tout à fait ceux de Cohn and Stedinger [1987] (résultats obtenus à partir de simulations, sans données observées) : ceux-ci constataient que l'utilisation de données historiques pour l'estimation de quantiles de crue, améliore d'autant plus les résultats que le nombre de paramètres de la distribution ajustée est important. Autrement dit, plus le nombre de paramètres de la distribution est important, plus celle-ci est à même de s'adapter et de tirer parti des données historiques.

Enfin, nous pouvons remarquer que l'influence de la précision des données historiques utilisées lors des tests, a pu être perceptible dans quelques rares cas. Pour les tests menés en utilisant les fonctions de vraisemblance n°2 et 3 tout particulièrement, les conclusions du test se sont parfois avérées moins nettes, voire différentes de celles obtenues avec la fonction n°1.

#### 4.4.4 Quelques réflexions concernant la méthode de test employée

Nous venons de voir que la simulation d'échantillons, à partir d'une distribution statistique candidate pour représenter l'échantillon observé, permet dans certains cas de rejeter la validité de cette distribution. En utilisant cette procédure de test, la distribution de Gumbel a pu être rejetée de façon quasi systématique pour deux des cours d'eau étudiés, alors que dans le même temps la distribution de Fréchet ne pouvait pas l'être, du moins lorsqu'elle était ajustée en utilisant les données historiques.

La méthode de test employée présente donc manifestement un intérêt pour faciliter le choix d'une distribution candidate, en particulier lorsqu'il s'agit de rejeter une distribution dont l'ajustement à l'échantillon observé ne semble pas bon visuellement. Toutefois, les résultats obtenus

dans le cas de la Salz et du Lauquet viennent modérer cette impression, puisque dans ces deux cas aucune des deux distributions testées ne peut être rejetée.

Si les tests effectués permettent finalement, dans deux cas sur quatre, d'effectuer un choix entre les distributions de Gumbel et de Fréchet, il reste difficile de dire si ces résultats peuvent être attribués à la capacité discriminante du test mené, ou simplement à la nature particulière des échantillons observés sur l'Orbiel et la Clamoux.

Afin d'en savoir un peu plus sur les capacités du test utilisé, celui ci a été reproduit à partir d'échantillons simulés, dont nous connaissons cette fois la distribution parente. Ces échantillons ont été générés à partir des distributions de Fréchet, ajustées sur les quatre bassins étudiés en utilisant l'expression de vraisemblance n°4. Nous avons donc cette fois la certitude que ces échantillons ne sont pas issus d'une loi de Gumbel. En reproduisant, sur ces échantillons la procédure de test employée précédemment, il devient possible d'éprouver la robustesse de ce test, c'est à dire de savoir dans quelle proportion la distribution de Gumbel aurait pu être rejetée, à partir d'échantillons n'étant pas issus de cette distribution.

5000 échantillons ont été simulés dans chaque cas. Pour chacun de ces échantillons, la procédure de test de la distribution de Gumbel a été reproduite (ajustement de la distribution, simulation de 5000 échantillons issus de cette distribution et comparaison des vraisemblances obtenues à celle de l'échantillon observé). Le test a été réalisé successivement en utilisant les fonctions de vraisemblance n°1 à n°3, et n°5, et en réalisant la comparaison des vraisemblances calculées sur la totalité des échantillons, puis sur leur partie systématique et leur partie historique seules. Dès que la valeur de vraisemblance de l'échantillon observé était dépassée dans moins de 5% ou plus de 95% des simulations, il a été considéré que la distribution testée pouvait être rejetée.

Le tableau 4.4 résume les résultats obtenus. La conclusion qui peut être tirée est que la méthode de test employée présente une capacité de discrimination limitée, en particulier lorsque le coefficient  $k$  (ou coefficient de forme) de la distribution de Fréchet parente est proche de 0 (les distributions de Fréchet et Gumbel restent alors relativement proches, du moins dans la gamme de périodes de retour concernée par les échantillons que nous étudions). Dans le cas de la Salz par exemple, la distribution de Gumbel, lorsqu'elle est ajustée avec les vraisemblances n°1 et n°2, ne peut être exclue que dans 30% des cas.

La capacité discriminante du test augmente bien évidemment lorsque les distributions de Gumbel testées s'éloignent de la distribution parente : c'est le cas pour la Clamoux, l'Orbiel et Le Lauquet, cours d'eau pour lesquels le coefficient de forme de la distribution parente est plus important. Dans ces cas le rejet de la loi de Gumbel est possible dans au moins 50 à 60% des cas, y compris lorsque cette loi est ajustée en utilisant les données historiques. On peut également remarquer que le pourcentage de rejet augmente lorsque la méthode d'ajustement employée éloigne la distribution de Gumbel testée de la distribution parente : ceci est notamment le cas lorsque

#### 4.4 Confrontation de distributions statistiques aux séries reconstituées

Cours d'eau	Fonction de vraisemblance utilisée (ajustement et test)	% de rejet de la distribution de Gumbel, selon la vraisemblance examinée			
		vraisemblance totale	vraisemblance systématique	vraisemblance historique	rejet global
Clamoux	n°1 (eq.(4.11))	0.6	55.1	48.3	64.0
	n°2 (eq.(4.12))	0.0	37.1	49.3	55.8
	n°3 (eq.(4.13))	4.2	44.9	82.4	84.3
	n°5 (eq.(4.15))	4.4	4.4	88.1	89.4
Orbiel	n°1 (eq.(4.11))	3.1	66.3	36.3	70.4
	n°2 (eq.(4.12))	0.0	49.4	49.7	60.6
	n°3 (eq.(4.13))	4.3	56.9	91.9	93.8
	n°5 (eq.(4.15))	15.8	15.8	92.3	95.9
Lauquet	n°1 (eq.(4.11))	0.6	53.8	20.9	55.0
	n°2 (eq.(4.12))	0.0	34.6	31.5	41.6
	n°3 (eq.(4.13))	2.0	35.8	84.3	85.7
	n°5 (eq.(4.15))	5.0	5.0	87.3	88.6
Salz	n°1 (eq.(4.11))	0.0	31.3	6.6	31.5
	n°2 (eq.(4.12))	0.0	17.1	25.7	30.9
	n°3 (eq.(4.13))	0.7	14.4	65.4	66.1
	n°5 (eq.(4.15))	0.5	0.5	72.2	72.3

TAB. 4.4 – Résultats du test de validité de la distribution de Gumbel, réalisé sur des échantillons issus de la distribution de Fréchet : % de rejet de la distribution en fonction de la nature de la vraisemblance utilisée pour le test

les vraisemblances n°3 et n°5 sont utilisées pour l'ajustement. L'influence favorable des données historiques, sur l'ajustement de la distribution de Gumbel, est donc à nouveau perceptible ici : plus ces données sont valorisées de façon complète, plus la distribution de Gumbel se rapproche de l'échantillon observé, et moins elle peut être rejetée sur la base du test statistique mené.

Finalement, les résultats du test statistique proposé s'avèrent très dépendants de la fluctuation de l'échantillon observé, sauf dans les cas où la distribution testée est très éloignée de la distribution parente (cf. vraisemblances n°3 et 5). Lorsque la distribution testée ne peut être rejetée sur la base du test, elle ne constitue donc pas pour autant une candidate sérieuse pour la distribution parente de l'échantillon observé. Nous retrouvons ici le principe même d'un test d'hypothèse en statistique : voulant rejeter une hypothèse, ce test fait généralement en sorte de minimiser le risque de rejeter à tort. La conclusion du test est donc acquise avec quasi-certitude lorsque l'hypothèse est effectivement rejetée. En revanche, le doute subsiste lorsque l'hypothèse n'est pas rejetée.

## 4.5 Détermination et analyse d'intervalles de crédibilité sur les distributions statistiques ajustées, par une approche Bayésienne

### 4.5.1 Introduction

L'approche que nous avons jusqu'ici développée est basée sur la méthode du maximum de vraisemblance. Cette approche a consisté, à partir d'une distribution candidate, à ajuster au mieux les paramètres de cette distribution (par le maximum de vraisemblance), puis à tester la validité de la distribution ainsi ajustée, ou encore sa capacité à représenter l'échantillon observé. Nous avons vu que les données historiques facilitent grandement cette approche, à la fois pour le choix d'une distribution adaptée et pour son ajustement.

Toutefois, le maximum de vraisemblance présente l'inconvénient de ne fournir qu'un vecteur unique, et supposé "optimal", des paramètres de la distribution ajustée, sans donner aucune information sur la confiance qui peut être attribuée à ce vecteur de paramètres. Or il se trouve que d'autres jeux de paramètres, plus ou moins nombreux selon la forme de la fonction de vraisemblance étudiée, peuvent aboutir à des valeurs de vraisemblance très voisines de la valeur optimale, et constituer autant de candidats "plausibles" pour les paramètres de la distribution à ajuster. Kuczera [1992, 1996] a même mis en évidence que la fonction de vraisemblance peut présenter plusieurs maximums locaux, lorsque l'on tient compte des erreurs de mesure dans l'expression de cette fonction. D'autres travaux [Cohn et al., 1997, 2001] font par ailleurs état de difficultés à trouver un maximum local raisonnable de la fonction de vraisemblance, dans le cas de la distribution Log-PearsonIII, très utilisée aux Etats-Unis. Le fait de choisir le maximum de vraisemblance, amène donc de fait à ne pas tenir compte d'une partie de l'information contenue dans l'échantillon observé, information représentée par la forme de la fonction de vraisemblance au voisinage de son maximum.

Face à cet inconvénient du maximum de vraisemblance, plusieurs auteurs ont développé, au cours des dernières années, des approches Bayésiennes consistant à considérer, dans son ensemble, la distribution statistique possible des paramètres, compte-tenu de l'échantillon observé. Ces méthodes présentent l'avantage de pouvoir associer directement des intervalles de crédibilité aux jeux de paramètres optimaux, et aux quantiles de crue correspondant. Plusieurs travaux [Kuczera, 1999, O'Connel et al., 2002, Reis and Stedinger, 2005] ont mis en évidence que les ajustements obtenus par ces méthodes, mais surtout les intervalles de crédibilité associés, sont particulièrement fiables. Par la même occasion, ces travaux montrent que les approximations locales de la fonction de vraisemblance [Kuczera, 1999, Reis and Stedinger, 2005], parfois utilisées en parallèle à la méthode du maximum de vraisemblance pour la détermination d'intervalles de crédibilité, peuvent aboutir à des erreurs importantes sur les intervalles calculés, lorsque la forme de la fonction de vraisemblance s'avère trop complexe. Les méthodes Bayésiennes, pour leur part, explorent l'ensemble de la fonction de vraisemblance, indépendamment de sa forme, et évitent par



conséquent ces écueils.

Ce dernier point est aisément compréhensible, dès lors que l'on entre un peu plus en détail dans le principe utilisé par ces méthodes Bayésiennes. Celles-ci consistent à évaluer la distribution à postériori  $p(x|Y)$  du vecteur de paramètres  $x$  à ajuster, compte tenu de l'échantillon  $Y$  observé. L'expression de cette distribution est directement déduite de la formule de Bayes :

$$p(x|Y) = \frac{p(Y|x) \cdot p(x)}{p(Y)} = \frac{L(Y|x) \cdot p(x)}{\int L(Y|x) \cdot p(x) dx} \quad (4.19)$$

Dans cette expression,  $p(x)$  est la densité de probabilité à priori des paramètres, qui peut être choisie selon le niveau de connaissance initial de ces paramètres. Lorsque aucune information n'est disponible à priori, on peut poser  $p(x) = cte, \forall x$  (non-informative prior).  $\int L(Y|x) \cdot p(x) dx$  est une constante, dont le calcul peut parfois s'avérer délicat [Reis and Stedinger, 2005].

L'expression (4.19) montre que vouloir déterminer la distribution à postériori des paramètres, nécessite de tenir compte de la fonction de vraisemblance, dans sa globalité, ou autrement dit de l'ensemble de l'information apportée par l'échantillon observé.

Il reste que le calcul numérique de la fonction  $p(x|Y)$  peut poser de sérieuses difficultés. La constante présente au dénominateur de l'expression (4.19) peut être estimée numériquement dans des cas simples, comme l'illustrent O'Connel et al. [2002], mais s'avère rapidement difficile à calculer dans des cas plus compliqués [Reis and Stedinger, 2005]. Pour cette raison, Reis and Stedinger [2005] soulignent l'intérêt de l'algorithme MCMC (Monte Carlo Markov Chain), cet algorithme permettant d'échantillonner des jeux de paramètres issus de la distribution à postériori  $p(x|Y)$ , sans avoir à calculer la constante  $\int L(Y|x) \cdot p(x) dx$ . Kuczera [1999], pour sa part, a recours à une technique d'"échantillonnage d'importance" (importance sampling), qui là encore évite le calcul de la constante de l'équation (4.19). Mais avec cette technique, l'échantillonnage est effectué à partir d'une "distribution d'importance" supposée représenter correctement le domaine de fluctuation des paramètres, une valeur relative de probabilité étant par la suite associée à chaque famille de paramètres échantillonnée. Reis and Stedinger [2005] remarquent que cette méthode pourrait être perturbée par des fonctions de vraisemblance de forme complexe, présentant par exemple plusieurs maximums, et donnent par conséquent préférence à l'algorithme MCMC, susceptible de s'adapter à toutes les situations.

Dans les cas des séries de crue que nous étudions, l'approche Bayésienne va nous permettre d'associer, à chaque ajustement effectué, un intervalle de crédibilité représentant la précision d'estimation des paramètres, compte-tenu de l'échantillon utilisé. L'intérêt va être de pouvoir confronter les intervalles de crédibilité obtenus, suivant que l'échantillon valorisé inclut ou non l'information historique. Autrement dit, si nous avons déjà mis en évidence le fait que l'information historique pouvait modifier fortement l'ajustement d'une distribution, nous allons désormais

pouvoir quantifier le gain de précision, dans cet ajustement, lié à l'utilisation des données historiques.

Au préalable, il est important de rappeler que les intervalles de crédibilité qui vont être calculés et présentés dans ce paragraphe, ne représentent que la précision d'ajustement d'une distribution donnée, précision qui est liée à la fois à l'échantillon observé et à la fonction de vraisemblance utilisée. Ces intervalles ne représentent l'intervalle de confiance réel sur les quantiles de crue estimés, qu'à condition que la distribution retenue soit bien du même type que la distribution parente de l'échantillon observé. Les méthodes Bayésiennes ne permettent donc pas de s'affranchir de l'une des difficultés associée aux méthodes paramétriques, à savoir le choix préalable d'une distribution apte à représenter l'échantillon étudié, dont la distribution parente n'est pas connue. O'Connell et al. [2002] proposent d'ailleurs, de façon à s'affranchir de cette difficulté, une approche où plusieurs types de distributions sont utilisées en parallèle, le choix de la distribution la plus adaptée n'étant effectué qu'à posteriori. Nous avons vu pour notre part, au paragraphe précédent, que les données historiques pouvaient constituer une aide pour le test et le choix d'une distribution statistique adaptée.

#### 4.5.2 Principe des simulations MCMC effectuées pour le calcul des intervalles de crédibilité

Pour l'application de l'approche Bayésienne, résumée dans l'équation (4.19), nous avons retenu l'algorithme MCMC, dont nous avons vu qu'il présente les avantages d'une flexibilité et d'une robustesse, que d'autres méthodes ne possèdent pas nécessairement.

Le principe de la méthode MCMC a été proposé par Metropolis et al. [1953], Hastings [1970]. Dans un espace à  $N$  dimensions, considérant une fonction de transition  $g$  symétrique telle que  $g(x|y) = g(y|x)$ , et une densité de probabilité  $\pi(x)$ , cet algorithme consiste à construire la chaîne de Markov suivante :

- à chaque itération  $n$ , on génère une valeur candidate  $y$  pour  $X_{n+1}$  avec la fonction  $g$ , conditionnellement à  $X_n = x$ .
- la probabilité d'effectuer la transition vers la valeur candidate est égale à  $\alpha(x, y) = \min(\frac{\pi(y)}{\pi(x)}, 1)$ . Pour ce faire on génère une valeur aléatoire  $t$  sur  $[0, 1]$  à partir d'une loi uniforme, et le saut est effectué si  $\alpha(x, y) > t$ . Si la transition est retenue,  $X_{n+1} = y$ ,  $X_{n+1} = x$  dans le cas contraire.

L'algorithme ainsi défini renvoie une série de valeurs de  $x$  dont on peut montrer que la distribution statistique à l'équilibre a pour densité  $\pi(x)$ . La vitesse de convergence dépend étroitement de la fonction de transition  $g$ .

Dans le cas que nous étudions, en considérant que  $x$  est le vecteur des paramètres de la distribution à ajuster, et que la densité  $\pi(x)$  est la densité de probabilité a posteriori de ces

paramètres  $p(x|Y)$ , l'algorithme va permettre de générer une série de vecteurs de paramètres dont la densité est  $p(x|Y)$ .

Remarquons que, comme cela a déjà été précisé, l'application de l'algorithme ne nécessite pas de calculer la constante  $\int L(Y|x).p(x)dx$ , cette constante n'intervenant pas dans le rapport  $\frac{\pi(y)}{\pi(x)}$ . De plus, aucune information à priori n'étant disponible sur la distribution des paramètres, la distribution  $p(x)$  peut être choisie uniforme, et dans ce cas le rapport  $\frac{\pi(y)}{\pi(x)}$  est égal au rapport des vraisemblances des vecteurs de paramètres  $y$  et  $x$ .

La fonction de transition, pour sa part, peut être définie de la façon suivante : à partir d'un vecteur  $x$  de paramètres, la nouvelle valeur de chaque paramètre est générée par un tirage dans une loi normale centrée sur la valeur initiale du paramètre. Un écart type différent peut être retenu pour chacun des paramètres. En adaptant la valeur de ces écarts types, on modifiera la vitesse de convergence de l'algorithme.

Une fois l'échantillonnage des vecteurs de paramètres ainsi effectué, il est aisé de calculer les valeurs des quantiles de débit associées à chaque jeu de paramètres, puis d'en déduire l'intervalle de crédibilité à 90% résultant, sur les valeurs des quantiles.

### 4.5.3 Résultats obtenus dans le cas de la distribution de Fréchet

L'algorithme défini aux paragraphes précédents a été appliqué à la distribution de Fréchet, qui est la seule dont la validité n'a jamais réellement pu être écartée, quel que soit le bassin considéré, dès lors que les données historiques étaient utilisées pour son ajustement.

La valorisation des données historiques ayant un impact direct et important sur l'ajustement de cette distribution, il est important de pouvoir évaluer le gain de précision obtenu sur les quantiles de débit, en examinant les intervalles de crédibilité pouvant être associés aux différents ajustements.

Pour obtenir ces intervalles, l'algorithme MCMC a été appliqué en effectuant 200000 itérations, après 20000 premières itérations effectuées "à blanc" pour permettre la mise en route de l'algorithme. Trois chaînes de Markov ont systématiquement été lancées en parallèle, ce qui a permis de vérifier la convergence de l'algorithme à l'issue des 200000 itérations (par comparaison des résultats générés par les trois chaînes).

Les 200000 jeux de paramètres obtenus permettent, pour chaque période de retour, de calculer 200000 valeurs de quantiles de débit. L'intervalle de crédibilité à 90 % est ensuite obtenu, en classant ces 200000 valeurs de quantiles et en retenant la 10000<sup>ème</sup> et la 190000<sup>ème</sup>.

Cours d'eau étudié	Fonction de vraisemblance utilisée	Estimation de la crue centennale $Q_{100}/S^{0.8}$ Borne inférieure de l'IC à 90%	Valeur estimée	Borne supérieure de l'IC à 90%
Clamoux	n°1 (eq.(4.11))	4.8	7.7	16.0
	n°2 (eq.(4.12))	4.7	8.1	18.3
	n°3 (eq.(4.13))	2.9	4.7	12.0
	n°4 (eq.(4.14))	4.4	6.9	14.2
	n°5 (eq.(4.15))	1.8	2.2	8.7
Orbiel	n°1 (eq.(4.11))	5.2	8.5	16.1
	n°2 (eq.(4.12))	5.6	10.5	23.1
	n°3 (eq.(4.13))	4.4	8.0	18.0
	n°4 (eq.(4.14))	5.1	8.4	16.3
	n°5 (eq.(4.15))	4.6	17.2	239.4
Lauquet	n°1 (eq.(4.11))	9.7	14.4	24.5
	n°2 (eq.(4.12))	9.9	16.6	30.2
	n°3 (eq.(4.13))	8.2	12.7	23.4
	n°4 (eq.(4.14))	8.9	13.1	21.9
	n°5 (eq.(4.15))	9.3	22.0	114.9
Salz	n°1 (eq.(4.11))	11.7	15.4	23.4
	n°2 (eq.(4.12))	11.7	16.9	29.2
	n°3 (eq.(4.13))	10.6	14.0	21.8
	n°4 (eq.(4.14))	10.7	13.9	20.8
	n°5 (eq.(4.15))	12.5	22.2	87.2

TAB. 4.5 – Intervalles de crédibilité à 90% sur le débit centennal, calculés par simulations MCMC, selon la fonction de la vraisemblance utilisée

Quelques-uns des intervalles obtenus sont présentés sur les figures 4.21 à 4.23. De façon à préserver la lisibilité de ces figures seuls les intervalles issus des fonctions de vraisemblance n°4 (données historiques avec prise en compte des intervalles d'estimation des débits) et n°5 (données systématiques) y sont présentés. L'ensemble des autres intervalles obtenus sont présentés, pour le débit de la crue centennale, dans le tableau 4.5.

Les intervalles de crédibilité obtenus à partir des données systématiques seules (vraisemblance n°5) sont d'une façon générale extrêmement larges dans le cas de l'Orbiel, du Lauquet et de la Salz. Leur borne supérieure atteint au minimum 4 à 5 fois la valeur du débit centennal, estimée par le maximum de vraisemblance.

Dans les cas de l'Orbiel, du Lauquet et de la Salz, et quelle que soit la fonction de vraisemblance utilisée, les intervalles de crédibilité obtenus en utilisant les données historiques se resserrent nettement, la borne supérieure de l'intervalle restant limitée, au maximum, à environ deux fois la valeur de débit estimée de la crue centennale. Dans le cas de la Clamoux, du fait de la valeur particulièrement faible du débit centennal estimé à partir des données systématiques, les intervalles de crédibilité ne se resserrent pas, mais se décalent très nettement lorsque les données historiques sont utilisées.

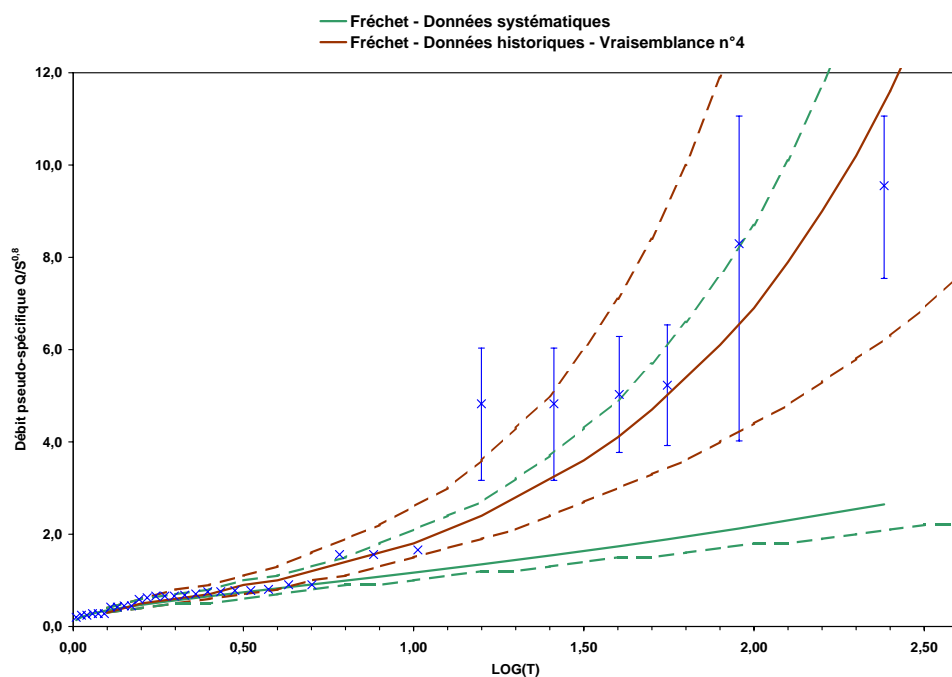


FIG. 4.21 – Intervalles de crédibilité à 90 % calculés pour la distribution de Fréchet, ajustée sur la série de crues de la Clamoux, en utilisant les fonctions de vraisemblance n°4 (données historiques avec débits représentés sous forme d'intervalles) et n°5 (données systématiques seules)

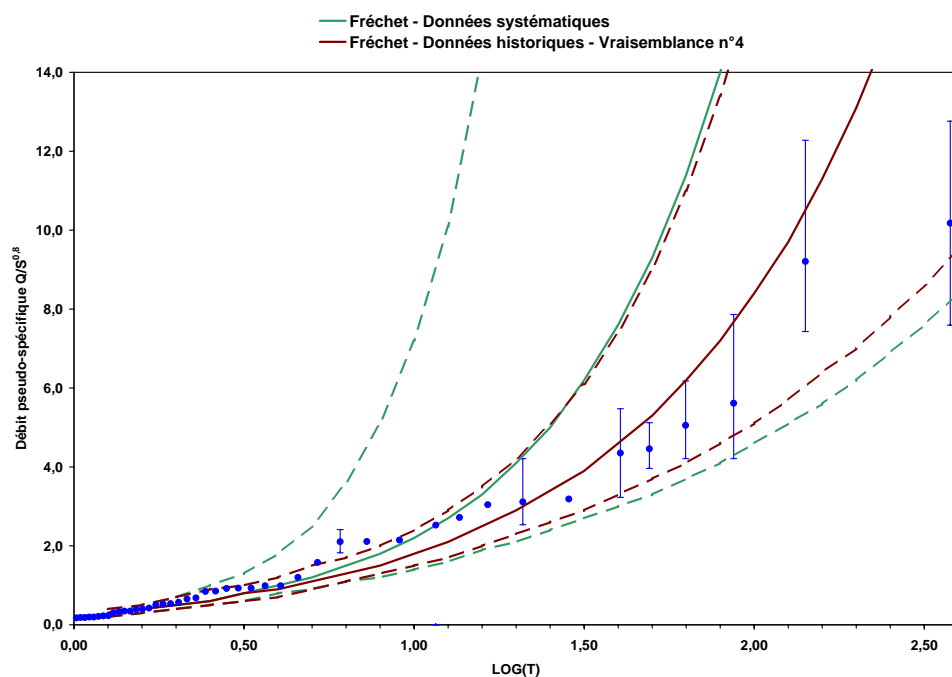


FIG. 4.22 – Intervalles de crédibilité à 90 % calculés pour la distribution de Fréchet, ajustée sur la série de crues de l'Orbiel, en utilisant les fonctions de vraisemblance n°4 (données historiques avec débits représentés sous forme d'intervalles) et n°5 (données systématiques seules)

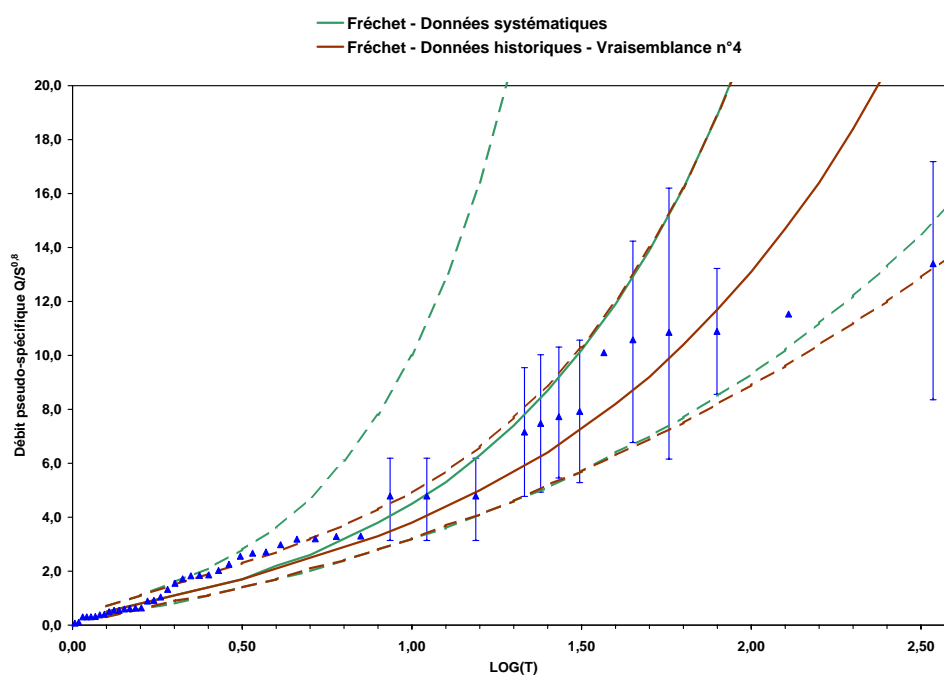


FIG. 4.23 – Intervalles de crédibilité à 90 % calculés pour la distribution de Fréchet, ajustée sur la série de crues du Lauquet, en utilisant les fonctions de vraisemblance n°4 (données historiques avec débits représentés sous forme d'intervalles) et n°5 (données systématiques seules)

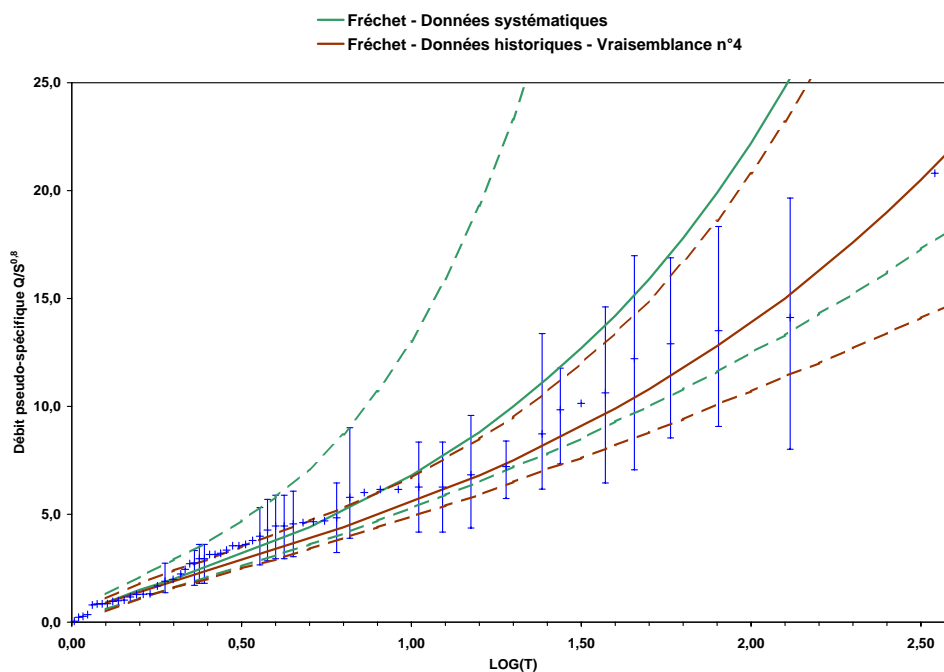


FIG. 4.24 – Intervalles de crédibilité à 90 % calculés pour la distribution de Fréchet, ajustée sur la série de crues de la Salz, en utilisant les fonctions de vraisemblance n°4 (données historiques avec débits représentés sous forme d'intervalles) et n°5 (données systématiques seules)

Les amplitudes des intervalles calculés varient également peu suivant la fonction de vraisemblance utilisée pour valoriser les données historiques. Ceci confirme, une fois de plus, l'impact limité de la précision des données utilisées. On remarque tout de même que les intervalles les plus larges sont souvent obtenus avec les vraisemblances n°3 et surtout n°2, qui correspondent à des situations où l'information historique est fortement dégradée (information limitée aux dépassements du seuil ou à la plus forte crue historique). Même si elle reste modérée, l'influence de la précision de données historiques s'avère donc perceptible. Par ailleurs, les intervalles obtenus avec les fonctions de vraisemblance n°1 et n°4 restent toujours proches, ce qui confirme que l'erreur sur l'estimation des débits des crues historiques ne constitue pas une source d'incertitude importante (si l'on admet que le mode de représentation de ces erreurs que nous avons adopté correspond à la réalité).

#### 4.5.4 Conclusion concernant les intervalles de crédibilité associés à la distribution de Fréchet

L'approche Bayésienne a permis, en ayant recours à l'algorithme MCMC, d'explorer la forme des différentes fonctions de vraisemblance définies au paragraphe 4.4.2.2, et d'en déduire la distribution statistique a posteriori (ou compte tenu des observations) des paramètres de la distribution de Fréchet, puis les intervalles de crédibilité associés pour les quantiles de débit.

Il apparaît très nettement que tout type d'information historique, même fortement dégradée, permet de resserrer de façon importante, ou éventuellement de réorienter l'intervalle de crédibilité sur le débit centennial, cet intervalle étant souvent énorme lorsque seules les données systématiques sont utilisées.

Ces résultats permettent de mieux comprendre les conclusions tirées aux paragraphes 4.4.2.5 et 4.4.3. Lorsque la fonction de vraisemblance est calculée à partir des seules données systématiques, il semble qu'elle ne présente pas d'optimum très marqué. Dans ce cas, la position de l'optimum est susceptible de changer de façon importante en fonction de l'échantillon observé, et l'ajustement effectué est donc très sensible à cet échantillon. Ceci explique très bien les "dérives" importantes de certains ajustements effectués à partir des données systématiques (cf. paragraphe 4.4.2.5). En revanche, dès que des données historiques sont incorporées, la fonction de vraisemblance présente manifestement un optimum beaucoup plus marqué, ce qui rend l'ajustement beaucoup plus précis.

L'influence de la qualité des informations historiques valorisées, sur la largeur des intervalles de crédibilité, est limitée, bien que perceptible (amplitude augmentée d'un facteur 1.5 dans les pires des cas). En particulier, la prise en compte des erreurs sur l'estimation des débits des crues historiques (fonction de vraisemblance n°4) ne modifie quasiment pas les intervalles par rapport au cas de données historiques dont le débit est supposé parfaitement connu (fonction de vraisemblance n°1).

En conclusion, il semble que ce soit avant tout la présence d'une information concernant une longue période historique, indépendamment de la nature de cette information, qui permette avant tout d'améliorer la précision d'ajustement de la loi de Fréchet. La nature et la précision de l'information historique valorisée a certes également une influence, mais qui semble de second ordre.

## 4.6 Application de la méthode du Gradex

### 4.6.1 Pourquoi appliquer cette méthode ?

Les résultats que nous venons de présenter mettent en évidence les limites des méthodes paramétriques, qui peuvent aboutir à de très larges erreurs lorsque l'information valorisée n'est pas suffisante (erreurs qui peuvent aussi bien se traduire par une surestimation qu'une sous-estimation des quantiles de crues). Ces méthodes paramétriques se heurtent à la forme assez complexe des distributions empiriques des débits de crues, dans les bassins que nous étudions ici, et notamment à la rupture parfois présente entre les crues "courantes" et les crues éclair "exceptionnelles". Pour permettre un ajustement précis à ces séries, une information suffisante concernant les crues de forte intensité est logiquement nécessaire. Autrement dit, les méthodes paramétriques ne permettront d'estimer correctement la période de retour des crues éclair, qu'à condition de disposer d'observations de ces crues sur une période dont la durée est en rapport avec la période de retour à estimer. Ce sont ces informations, manquantes dans les données systématiques, que nous avons pu reconstituer dans le cas de quatre bassins Audois étudiés.

Mais d'autres méthodes d'extrapolation des distributions statistiques des débits de crues existent. L'une d'entre elle, la méthode du Gradex, présente l'avantage, par rapport aux méthodes paramétriques, d'être beaucoup moins dépendante des crues observées. Avec cette méthode, l'extrapolation est en effet réalisée à partir de la distribution statistique des pluies, au delà d'une crue "pivot" pour laquelle on retient généralement la crue décennale. L'application de la méthode nécessite donc simplement d'estimer le niveau de la crue décennale, et les résultats sont de ce fait peu sensibles à l'absence, dans l'échantillon des crues observées, de crues de très forte intensité. Une série d'observations systématiques des crues sur une trentaine d'année suffit normalement largement à l'application de la méthode. Les résultats ne seront pas, ou très peu modifiés, si la série observée est plus longue. Cette méthode est largement développée en France, et nous avons donc souhaité l'appliquer à nos cas d'étude, de façon à évaluer la cohérence entre l'extrapolation réalisée par le Gradex, et les données historiques que nous avons reconstituées.

La méthode du Gradex a été proposée par Guillot and Duband [1967]. Elle se base sur deux hypothèses fondamentales : la première est que le volume de pluie pouvant être absorbé par un bassin versant, et qui n'est donc pas restitué lors des crues, est limité et n'évolue pas au delà d'un certain degré d'intensité de l'événement pluvieux sollicitant le bassin. Le corollaire immédiat est qu'au delà d'une période de retour "pivot", la distribution statistique du volume écoulé lors des



crues, sera parallèle à la distribution du volume de pluie reçu par le bassin versant. La deuxième hypothèse fondamentale est l'invariance de la fonction de transfert du bassin, quel que soit le volume de pluie reçu. Autrement dit, cette hypothèse suppose que le rapport  $r$  entre le débit de pointe et le débit moyen des crues est constant dans le bassin considéré. A partir de la distribution statistique du débit moyen des crues (directement déduite de celle du volume écoulé), on peut alors déduire celle des débits de pointes par une affinité de rapport  $r$ .

L'application de la méthode du Gradex passe finalement par deux étapes préalables : la première est l'estimation du "Gradex" des pluies, autrement dit de la pente de la distribution des pluies maximales annuelles sur le bassin versant considéré, qui est supposée suivre asymptotiquement une loi de Gumbel. L'autre étape, tout aussi importante, est la détermination du coefficient de forme  $r$ , à partir de quelques hydrogrammes observés dans le bassin versant considéré,  $r$  étant défini par la relation suivante :

$$r = \frac{Q_{\text{pointe}}}{Q_{\text{moyen}}} \quad (4.20)$$

où  $Q_{\text{moyen}}$  est calculé sur un pas de temps identique à celui retenu pour estimer le Gradex des pluies.

D'après les statistiques effectuées par EDF <sup>6</sup> sur 250 bassins versants de taille variable (surface de 1160  $km^2$  en moyenne, et comprise entre 7 et 6000  $km^2$  dans 90% des cas), le rapport  $r$  est en moyenne de 1,6, et est compris, dans 90% des cas, entre 1,2 et 2,2 [CFGB, 1994].

### 4.6.2 Estimation du Gradex et des coefficients de forme sur les bassins versants étudiés

La détermination du Gradex peut être réalisée à partir de la distribution empirique des pluies  $P$  enregistrées sur le bassin versant considéré, en considérant que la fréquence de ces pluies est à décroissance exponentielle simple [CFGB, 1994] :

$$\ln(1 - F(P)) = -\frac{P}{a} + \text{constante} \quad (4.21)$$

où  $a$  est le Gradex des pluies

L'équation (4.21) revient mathématiquement à considérer que la distribution asymptotique des pluies maximales annuelles est une distribution de Gumbel de la forme :

$$F(P_a) = e^{-e^{-\frac{(P_a - P_0)}{a}}} \quad (4.22)$$

Cette deuxième expression constitue une autre manière d'estimer le Gradex.

---

<sup>6</sup>Electricité de France

Le pas de temps auquel les pluies sont examinées revêt bien évidemment une importance, et devrait idéalement se situer aux alentours du temps de base des hydrogrammes de crue observés dans chaque bassin. En pratique, dans les bassins que nous étudions, les données pluviométriques sont telles que seul le pas de temps de 24 heures peut être retenu, aucune série pluviométrique suffisamment longue n'étant disponible à un pas de temps inférieur. Les séries disponibles au pas de 24 heures ne sont d'ailleurs elles mêmes généralement pas très longues ; mais en examinant les données de plusieurs pluviomètres présents dans chaque bassin, il a été possible de repérer les principaux événements pluvieux et d'estimer la lame d'eau moyenne pour chacun d'entre eux, pour une période d'une durée de 60 ans environ. Le calcul a été effectué séparément pour les deux bassins versants de la Montagne Noire (Orbiel et Clamoux) d'une part, et les deux bassins des Corbières d'autre part (Salz et Lauquet). Dans la Montagne Noire, l'examen des 14 plus forts événements pluvieux recensés entre 1934 et 1993 (soit l'ensemble des événements ayant dépassé un seuil de 90 mm), nous amène à estimer le Gradex à une valeur de  $a = 38.7$  mm. Dans les Corbières, 18 événements pluvieux ont dépassé le seuil de 90 mm entre 1933 et 1996, et l'utilisation de ces données amène à une valeur du Gradex de  $a = 35.6$  mm, valeur très voisine de celle calculée dans la Montagne Noire.

L'estimation des facteurs de forme  $r$  a été réalisée bassin par bassin, à partir de l'examen des hydrogrammes de 11 à 17 crues suivant les cas. Les facteurs calculés s'avèrent très variables, y compris entre les différentes crues d'un même bassin, comme l'illustre le tableau 4.6. Pour cette raison le CFGB [1994] recommande, de façon à donner moins de poids aux facteurs très élevés, d'effectuer l'estimation du facteur de forme moyen à partir des logarithmes des facteurs calculés pour chaque crue :

$$\ln(r_{moyen}) = \frac{\sum \ln(Q_{pointe}) - \sum \ln(Q_{moyen})}{n} \quad (4.23)$$

où  $n$  est le nombre d'hydrogrammes de crues considéré

La variabilité du facteur de forme d'une crue à l'autre s'explique assez aisément du fait du pas de temps de 24 heures retenu : les bassins que nous étudions, du fait de leur taille limitée, sont sensibles à des phénomènes météorologiques de durée bien plus courte que 24 heures, et connaissent donc des crues "rapides" pour lesquelles le facteur de forme sera très élevé. Ceci se traduit bien évidemment sur les facteurs  $r_{moyen}$  calculés (cf. tableau 4.6), qui dépassent parfois très largement la plage des valeurs courantes (comprise entre 1,2 et 2,2). La CNARBRL <sup>7</sup>, qui a étudié une cinquantaine de barrages dans sa zone d'intervention, pour des bassins versants de 20 à 1000 km<sup>2</sup>, constatait déjà cette importante variabilité des facteurs de forme, et aboutissait dans ce cas à des facteurs moyens pouvant atteindre des valeurs de 3 à 7 [CFGB, 1994]. Ceci correspond à l'ordre de grandeur des valeurs que nous avons obtenues, en particulier pour les cours d'eau des Corbières.

---

<sup>7</sup>Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc

Cours d'eau étudié	Nombre n de crues utilisées	Rapports r calculés		
		Valeur la plus faible	Valeur la plus forte	Valeur moyenne $r_{moyen}$
Clamoux	11	1.14	6.52	1.92
Orbiel	17	1.26	3.20	1.92
Lauquet	16	1.76	11.55	3.11
Salz	16	1.83	16.63	4.07

TAB. 4.6 – Calcul du facteur de forme  $r = \frac{Q_{pointe}}{Q_{moyen}}$ , à un pas de temps de 24 heures, pour les quatre bassins versants étudiés

Mais il est tout de même surprenant de constater que les facteurs  $r_{moyen}$  obtenus sont très différents pour les quatre bassins étudiés (cf. tableau 4.6). Les facteurs sont en effet bien plus importants dans les deux bassins des Corbières que dans ceux de la Montagne Noire. Plusieurs explications à ces différences peuvent être avancées. Tout d’abord, il est possible que les phénomènes orageux soient plus intenses et de plus courte durée dans le secteur des Corbières, ce que l’examen des pluies sur 24 heures ne permettrait pas de détecter. Mais une autre explication pourrait également être un laminage plus important des hydrogrammes de crue dans les bassins de la Montagne Noire, laminage qui pourrait être attribué aux caractéristiques physiques de ces bassins (bassins de forme plus allongée, présence du karst, etc. . .). Cette dernière hypothèse nous semble la plus plausible mais reste à confirmer.

### 4.6.3 Présentation et analyse des résultats

Une fois le Gradex des pluies et le facteur de forme moyen connus sur le bassin versant considéré, l’application de la méthode du Gradex nécessite le choix de la crue “pivot”, au delà de laquelle il est supposé que le volume d’eau retenu par le bassin versant n’évolue plus. Cette crue sert d’origine à l’extrapolation par le Gradex. Classiquement, on retient souvent une hypothèse pessimiste selon laquelle la rétention atteint sa limite dès la crue décennale. Cette hypothèse aboutira, dans le pire des cas, à une discontinuité dans la distribution des débits de crues, conduisant à une légère surestimation des quantiles [CFGB, 1994].

Nous avons retenu ce choix de la crue décennale comme point départ de l’extrapolation. Dans chaque bassin, le niveau de débit de la crue décennale a été estimé en supposant volontairement que seules les données systématiques étaient disponibles, l’objectif étant ici d’évaluer dans quelle mesure la méthode du Gradex permet une extrapolation lorsque les données historiques n’existent pas. Nous avons donc démarré l’extrapolation à partir de la crue systématique dont la fréquence empirique (calculée à partir du jeu de données systématiques seul) se rapprochait le plus de la fréquence décennale ( $F=0.9$ ).

Les résultats obtenus sont présentés sur les figures 4.25 à 4.28. Dans les quatre cas, les extrapolations par la méthode du Gradex restent proches des crues historiques observées. C’est

dans le cas de la Clamoux que les résultats sont les moins satisfaisants, puisque l'application du Gradex conduit à une sensible sous-estimation des débits (de l'ordre de 20 à 30% pour la crue centennale), par comparaison aux données historiques. Toutefois, même dans ce cas, l'extrapolation réalisée reste compatible avec les intervalles d'estimation des débits des crues historiques, elle est simplement proche de la borne inférieure de ces intervalles. Pour les trois autres cours d'eau, l'extrapolation par le Gradex s'avère beaucoup plus cohérente avec les crues historiques, souvent bien plus d'ailleurs que la distribution de Fréchet (cas de l'Orbiel et du Lauquet), même lorsque celle-ci est ajustée en utilisant les crues historiques.

Ces résultats obtenus avec la méthode du Gradex sont d'autant plus encourageants qu'ils parviennent à reproduire la variabilité importante des débits de pointe de crues entre les bassins étudiés. Ces différences de comportement des bassins versant se traduisent, lors de l'application du Gradex, par les variations du facteur de forme  $r_{moyen}$ . On peut d'ailleurs remarquer, sur les figures 4.25 à 4.28, que le choix arbitraire d'un facteur de forme de 1,6, aurait souvent conduit à des extrapolations beaucoup moins pertinentes. Dans le cas des petits bassins versants que nous étudions, les facteurs de forme s'avèrent très variables et parfois très élevés, et ils doivent donc être systématiquement évalués de façon à représenter correctement le comportement particulier de chaque bassin. Le CFGB [1994] recommande d'effectuer le calcul de ce facteur sur un minimum de 20 à 30 hydrogrammes de crues. Dans notre cas les données systématiques disponibles ne nous ont pas permis de disposer de plus de 15 à 20 crues significatives, mais cela a manifestement suffi à estimer correctement le facteur de forme, sauf peut être dans le cas de la Clamoux, où les 11 hydrogrammes utilisés s'avèrent peut être insuffisants, ce qui expliquerait les résultats un peu plus décevants sur ce cours d'eau.

On peut finalement retenir de ces résultats que la méthode du Gradex constitue une bonne méthode d'extrapolation dans les petits bassins étudiés, à condition de soigner particulièrement l'évaluation des facteurs de forme. Pour cela, il est probablement nécessaire de disposer d'une série de mesures systématiques permettant d'extraire 15 à 20 hydrogrammes de crues au minimum. Si la méthode du Gradex présente l'énorme avantage de ne pas nécessiter l'emploi de données historiques, elle ne pourra donc finalement être appliquée de façon fiable qu'aux bassins jaugés, du moins en ce qui concerne les petits bassins versants Audois. Dans le cas de bassins non jaugés, le choix du facteur de forme constituerait une source d'incertitude très importante.

## 4.7 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'étudier, d'un point de vue statistique, les séries de crues reconstituées sur nos quatre cours d'eau, et d'évaluer l'intérêt de l'information historique pour cette étude.

Nous nous sommes avant toute chose posé la question de la stationnarité des séries étudiées. La couverture des bassins versants a en effet très fortement évolué au cours du temps, beaucoup de

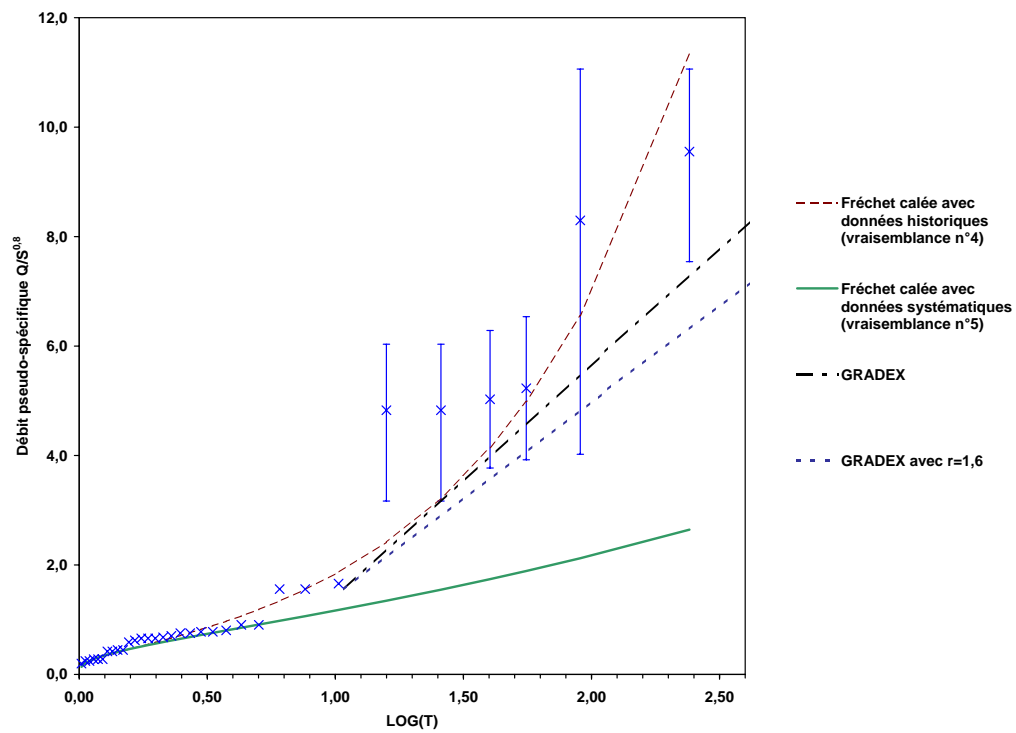


FIG. 4.25 – Application de la méthode du Gradex dans le bassin de la Clamoux

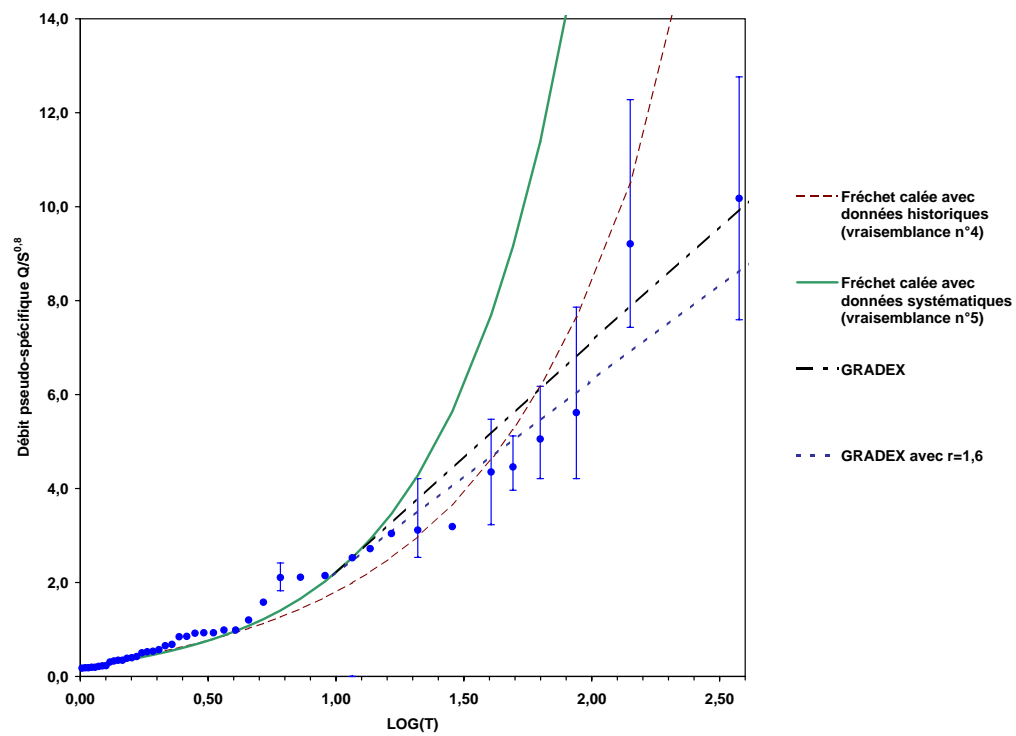


FIG. 4.26 – Application de la méthode du Gradex dans le bassin de l'Orbiel

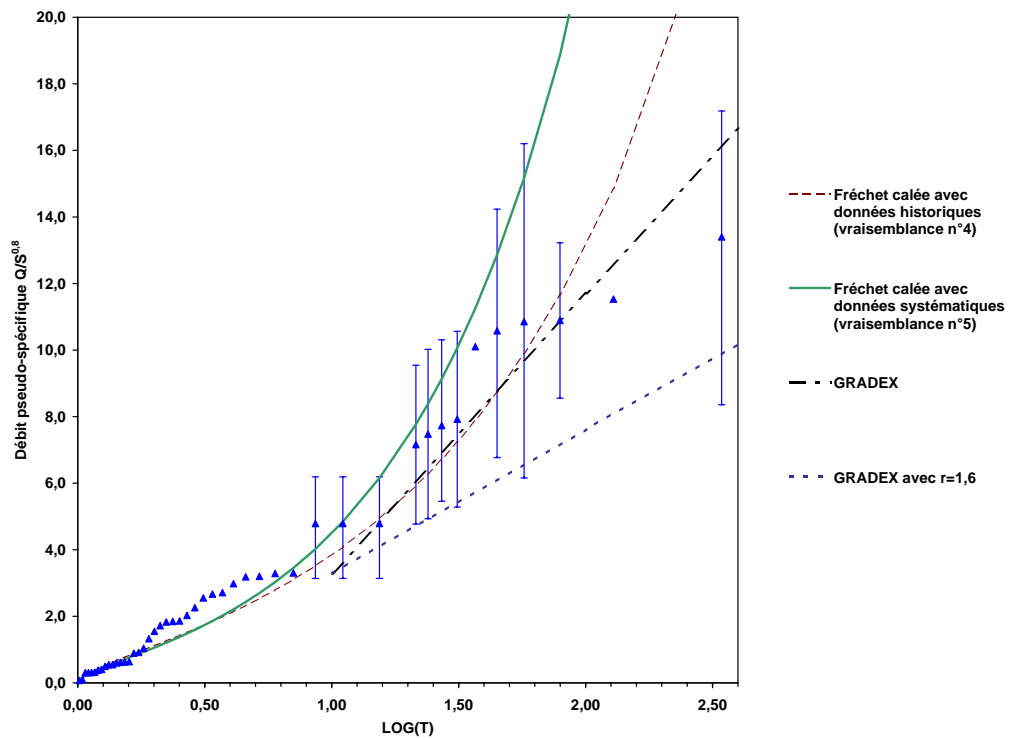


FIG. 4.27 – Application de la méthode du Gradex dans le bassin du Lauquet

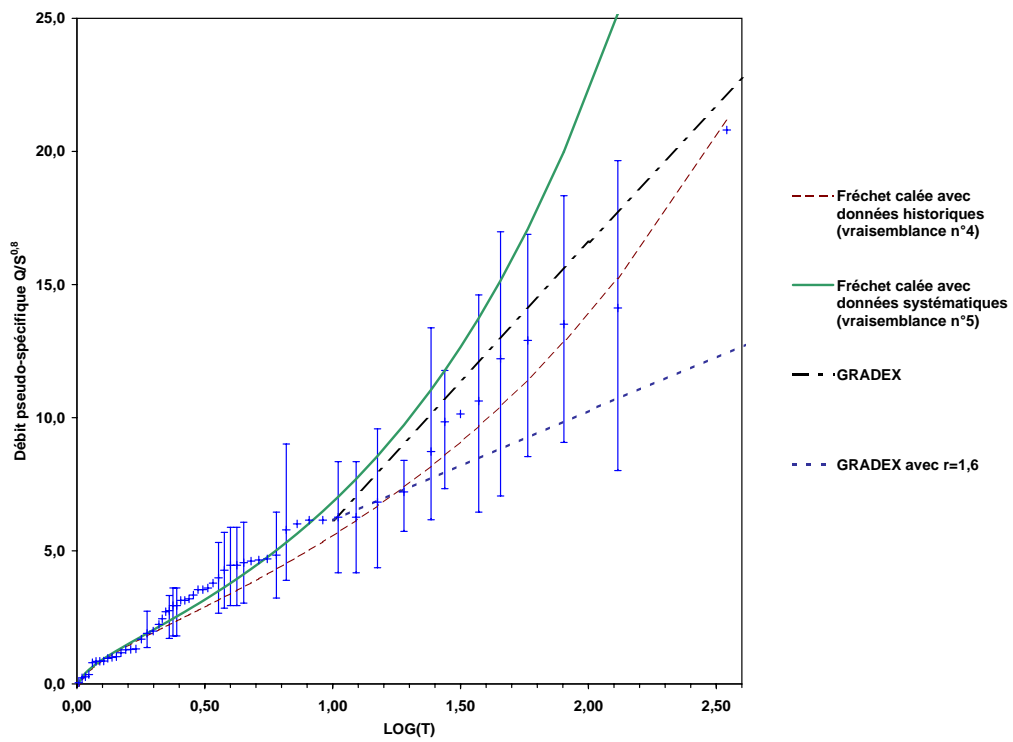


FIG. 4.28 – Application de la méthode du Gradex dans le bassin de la Salz

cultures ayant notamment été abandonnées au profit de forêts. Toutefois, le test de stationnarité que nous avons appliqué aux séries étudiées ne permet pas d'identifier de nette non-stationnarité. Nous avons par conséquent fait le choix d'étudier ces séries en admettant leur stationnarité.

L'analyse statistique de ces séries, permet en premier lieu de mettre en évidence de fortes disparités dans la fréquence empirique des crues, parmi les quatre bassins versants étudiés. Les deux bassins des Corbières présentent manifestement des crues bien plus intenses que ceux de la Montagne Noire. Cette différence s'observe y compris pour les crues de faible intensité, issues de la période de mesures systématiques, et se confirme, voire s'accroît, pour les crues les plus importantes (dont la plupart sont des crues historiques).

Par ailleurs, l'utilisation de ces données pour l'ajustement de distributions statistiques, met très clairement en évidence l'importance des données historiques pour préciser l'estimation des paramètres. Les ajustements obtenus, souvent totalement irréalistes lorsque seules les données systématiques sont utilisées, et qui présentent dans ce cas des intervalles de crédibilité extrêmement larges, sont fortement réorientés dès lors que des données historiques sont valorisées, et présentent dans ce cas des intervalles de crédibilité fortement réduits. Cet effet positif des données historiques est fonction du nombre de degrés de liberté de la distribution ajustée : il s'avère plus important dans le cas de la distribution de Fréchet (3 paramètres) que pour la distribution de Gumbel (2 paramètres). Par ailleurs, l'effet de la nature des données historiques sur la qualité des ajustements obtenus est apparu relativement limité : l'ajustement aux crues observées, ainsi que les intervalles de crédibilité, sont généralement restés très proches notamment entre le cas de crues historiques au débit connu (vraisemblance n°1) et le cas de crues historiques censurées dans un intervalle (vraisemblance n°4). Une dégradation sensible des résultats a pu être observée ponctuellement, autant dans le sens d'un moins bon ajustement que d'un intervalle de crédibilité élargi, lorsque les données historiques valorisées étaient de type binomiales (vraisemblance n°2), ou limitées à la plus forte crue observée (vraisemblance n°3). Il n'en reste pas moins que dans tous les cas, la valorisation d'une information historique, indépendamment de sa nature, a permis d'améliorer très sensiblement les ajustements effectués.

Le caractère imprécis des débits de crues historiques reconstitués, qui pouvait paraître important à l'issue du chapitre 3, n'a finalement pas constitué un frein important à l'exploitation de ces données sur le plan statistique. Mais il convient de rappeler ici que nous n'avons pas considéré le cas (très défavorable), de biais systématiques sur les débits estimés [Kuczera, 1996], puisque nous n'avons pu caractériser les erreurs d'estimation que sous forme d'intervalles de débits possibles. De même, l'imprécision des données systématiques, parfois importante, semble avoir une influence limitée, ce qui là encore peut être lié au mode de représentation de ces erreurs.

Au-delà de l'ajustement des distributions, les données historiques ont montré leur intérêt lorsqu'il s'agit d'effectuer le choix d'une distribution apte à représenter les crues des cours d'eau étudiés. Une procédure de test basée sur la comparaison de la vraisemblance de l'échantillon ob-

servé, et d'échantillons simulés, a permis d'exclure de façon définitive la distribution de Gumbel, pour représenter les crues de la Clamoux et de l'Orbiel. Cette même procédure de test a permis d'exclure quasi systématiquement les distributions ajustées à partir des seules données systématiques, confirmant ainsi l'intérêt des données historiques pour l'ajustement. Toutefois cette procédure de test n'a permis que de confirmer, de façon quantifiée, l'impression visuelle tirée d'ajustements particulièrement inadaptés. Dès lors que les ajustements paraissaient visuellement plus satisfaisants, ce test n'a généralement pas permis de conclure.

Face à l'impossibilité d'effectuer des ajustements satisfaisants à partir des données systématiques seules, nous avons souhaité tester une méthode d'extrapolation très utilisée en France, et beaucoup moins sensible aux crues observées puisque basée sur les propriétés statistiques des puies : la méthode du Gradex. La méthode a montré des capacités d'extrapolation étonnantes, les débits obtenus pour des périodes de retour de 100 à 200 ans, étant généralement très cohérents avec ceux des crues historiques. La variabilité des débits observés d'un bassin à l'autre est notamment très bien reproduite avec le Gradex, en raison de facteurs de forme évalués très différents. Le choix arbitraire d'un facteur de forme de 1,6 aurait en effet abouti à des résultats beaucoup plus mitigés. Ces variations du facteur de forme peuvent provenir de différences dans la pluviométrie, tout comme, plus probablement, de relations pluie-débit différentes liées aux caractéristiques des bassins étudiés. Le Gradex apparaît finalement comme une méthode d'extrapolation intéressante, ne nécessitant pas de données historiques, mais applicable uniquement aux bassins jaugés de façon à pouvoir évaluer correctement le facteur de forme.

A défaut de pouvoir généraliser, du fait de leur variabilité, les distributions empiriques des crues historiques observées sur les quatre bassins étudiés, il semble à l'heure actuelle bien délicat de traiter le cas de bassins non jaugés. Pour cela une étape préalable serait de pouvoir expliquer, par des paramètres physiques, la variabilité des débits observés entre les différents bassins, de façon à pouvoir par la suite appliquer des méthodes de régionalisation. Nous avons vu que pour les quatre bassins étudiés, les facteurs de forme calculés lors de l'application du Gradex expliquent très bien cette variabilité des débits. Mais nous ne sommes pas encore capables de caractériser l'origine de ces variations du facteur de forme, et serions par conséquent bien incapables d'évaluer ce facteur dans des bassins non jaugés. Si des éléments d'explication ont pu être avancés dans le cas des bassins étudiés (notamment la présence du karst dans le cas de l'Orbiel et de la Clamoux, ou la encore la forme plus allongée de ces bassins), il est encore nécessaire de confirmer ces explications, qui ne restent pour l'instant que des hypothèses.





# Conclusion générale

Le travail exposé dans ce mémoire vise à améliorer l'estimation de la fréquence d'occurrence des crues éclair, pour les petits cours d'eau situés en région méditerranéenne. Pour cela, la démarche suivie a consisté à reconstituer, autant que possible, des historiques de crues incluant l'évaluation des débits de pointe des crues recensées. Quatre cours d'eau affluents de l'Aude ont été étudiés. Tous ont une surface inférieure à  $200 \text{ km}^2$ , mais ils présentent des caractéristiques différentes : ils ne sont pas situés dans les mêmes massifs (deux sont situés dans les Corbières et les deux autres dans la Montagne Noire), et ne présentent pas la même géologie, les bassins de la Montagne Noire étant beaucoup plus karstiques.

Deux grandes questions se posaient au début de ce travail : d'une part, dans quelle mesure est-il possible de reconstituer des historiques de crues pour ces cours d'eau de petite taille, dont les crues sont probablement beaucoup moins documentées en archives que dans le cas des cours d'eau majeurs ? D'autre part, les séries de crues historiques qui peuvent être obtenues permettent-elles de préciser l'aléa dans les bassins concernés ?

La première question a été abordée en appliquant une méthodologie de collecte d'informations historiques, définie lors des travaux antérieurs menés sur des cours d'eau Français plus importants que ceux que nous étudions ici, comme par exemple l'Isère ou l'Ardèche. Cette méthodologie garantit un balayage très large et exhaustif des sources d'informations possibles, et nous a par conséquent permis d'évaluer l'apport de ces différentes sources, dans le cas de cours d'eau de petite taille. Nous avons tout d'abord pu montrer que la presse constitue une source d'information très incertaine, qui ne permet pas d'espérer une quelconque exhaustivité du recensement des crues. Elle doit plutôt être perçue comme une source complémentaire, permettant parfois de préciser la connaissance d'une crue déjà identifiée. D'autres sources d'information s'avèrent en revanche bien plus riches : on peut retenir en premier lieu les archives produites par les différentes administrations, ainsi, dans une moindre mesure, que les repères de crue présents sur le terrain.

Parmi les différents fonds d'archives explorés, les archives départementales ont fourni la très grande majorité de l'information historique. Mais les services déconcentrés de l'Etat, qui gèrent les réseaux de mesures limnigraphiques (comme le Service d'Annonce des Crues de la DDE de l'Aude dans notre cas), possèdent également souvent, en plus des données systématiques récentes, un fonds de documents anciens très précieux, pouvant par exemple inclure les registres de lectures

aux échelles de crue. D'autres fonds, également explorés, présentent en revanche un intérêt plus limité lors de l'étude des petits cours d'eau : ces fonds, d'envergure nationale, comme les Archives Nationales ou le fonds M.Pardé, ont finalement fourni une information tout à fait annexe. Ils s'étaient pourtant avérés déterminants lors de l'étude de cours d'eau plus importants. . .

Il apparaît finalement que la recherche en archives concernant les petits cours d'eau doit avant tout favoriser les fonds locaux. Les archives départementales constituent de loin le plus volumineux de ces fonds. Mais la recherche dans ce fonds peut être ciblée : dans le cas des cours d'eau étudiés, ce sont par exemple les séries S (Archives relatives aux Travaux Publics, et en particulier archives des services hydrauliques des Ponts et Chaussées) et O (Archives Communales, relatives à la vicinalité notamment) qui ont fourni l'écrasante majorité de l'information valorisable. Lors de la recherche, et face à l'importante quantité de documents présents, ce sont avant tout ces séries qui doivent être privilégiées. La série M, par comparaison, présente uniquement des informations à caractère statistique, qui sont valorisables pour le recensement des crues, mais beaucoup moins pour l'évaluation des débits. La série W (archives versées après 1945), pour sa part, peut présenter un intérêt, lorsqu'elle comporte des documents anciens, dont le versement aux archives départementales s'est avéré tardif.

Les fonds des services déconcentrés de l'Etat sont généralement plus rapidement exploitables en raison de leur faible volume. Mais il est parfois difficile de retrouver ces fonds, dans des services qui ne possèdent pas une pratique de l'archivage (pas d'inventaire des documents, ni de lieu de stockage clairement défini). L'extrême fragilité de ces fonds, pourtant très riches, doit être soulignée : les risques de pertes, vols, et détériorations sont importants, en particulier dans le contexte actuel de restructuration des services.

Enfin, on peut également retenir que les repères de crues s'avèrent souvent d'une aide précieuse lors de l'évaluations des débits des crues. Curieusement, sur les cours d'eau étudiés, ces repères concernent avant tout des crues de la première moitié du *XX<sup>ème</sup>* siècle. La pratique de la pose des repères semble avoir disparu peu à peu avec le développement des réseaux de mesure. Pourtant, l'information donnée par ces repères est complémentaire des mesures limnigraphiques, et devrait probablement toujours faire l'objet d'un soin particulier. L'importance de la conservation des repères de crue est d'ailleurs soulignée par le récent texte de loi, datant de 2003, sur les Risques Naturels et Technologiques.

Les informations historiques collectées se sont avérées suffisantes, pour une majorité des crues recensées, pour réaliser une estimation du débit de pointe. Compte tenu de la nature des informations disponibles, souvent limitées à une cote de crue et à la topographie de la section concernée, les estimations réalisées se sont appuyées sur des méthodes simples, dérivées de celles utilisées lors de récentes investigations post-crue. Ces méthodes consistent à effectuer une estimation des vitesses d'écoulement possibles dans la section considérée, en s'appuyant sur les ordres de grandeur donnés par la formule de Manning Strickler et la vitesse critique. Les estimations obtenues

présentent une incertitude importante, qui peut être évaluée sous forme d'un intervalle de débits possibles. Une critique de ces estimations peut souvent être effectuée, lorsque des estimations peuvent être réalisées en plusieurs sections différentes pour une même crue. Ce recoupement entre estimations de débits a généralement montré une bonne cohérence entre les valeurs obtenues, ce qui avait déjà été constaté lors de l'étude de crues récentes. En revanche, la seule information pouvant finalement être considérée comme fiable est l'intervalle des débits possibles, la nature de l'incertitude d'estimation au sein de cet intervalle ne pouvant être caractérisée de façon plus fine.

Les seuils de perception associés aux séries de crues historiques reconstituées ont pu être évalués, mais reposent parfois sur des hypothèses fortes. De façon à disposer d'une information fiable nous avons parfois du limiter la durée de la reconstitution historique à moins de deux siècles (durée visée au départ), un seuil de perception ne pouvant raisonnablement être défini pour la période du début du *XIX<sup>ème</sup>* siècle. Les séries finalement obtenues présentent donc une durée d'un à deux siècles, et suivant les cas six à dix-huit crues ayant dépassé les seuils ont été recensées et estimées en débit. Ces séries constituent une première preuve de la possibilité, dans le cas des petits cours d'eau, de reconstituer une information historique valorisable en hydrologie.

L'utilité des données historiques pour l'étude statistique des crues des cours d'eau considérés, a été abordée en appliquant des méthodes d'estimation de quantiles de crue, relativement classiques en hydrologie : tout d'abord une famille de méthodes pouvant être qualifiées de méthodes "paramétriques", consistant à ajuster au mieux une distribution statistique connue à la série des crues observées ; ensuite la méthode du Gradex. Mais avant même l'application de ces méthodes, les données historiques ont permis de mettre en évidence une forte variabilité des débits de crue parmi les cours d'eau étudiés. Cette variabilité présente de plus une cohérence spatiale : les deux cours d'eau des Corbières connaissent des crues bien plus intenses que ceux de la Montagne Noire. Cette hétérogénéité des débits de crue peut avoir plusieurs origines possibles (régime des pluies, caractéristiques des bassins étudiés). Elle constitue, tant qu'elle n'est pas expliquée, un frein à la transposition des résultats obtenus à d'autres bassins, notamment les bassins non jaugés.

Les méthodes paramétriques ont été appliquées en utilisant deux distributions candidates : la distribution de Gumbel, à deux paramètres, et celle de Fréchet (ou EVII), à trois paramètres. L'ajustement de ces distributions aux séries étudiées a avant tout mis en évidence les risques d'erreurs très importants lorsque les ajustements sont réalisés à partir de séries courtes (correspondant aux données systématiques), puis utilisés en extrapolation. Ces extrapolations sont en effet très rarement en bonne cohérence avec les données historiques. La valorisation des données historiques, lors du calage des distributions, permet en revanche de réorienter les ajustements et de les rendre beaucoup plus cohérents. Cet effet positif est observé indépendamment de la distribution concernée, mais est plus marqué dans le cas de la distribution de Fréchet, probablement en raison du nombre plus important de paramètres à caler. L'effet positif des données historiques est également observé quelle que soit la nature des informations historiques valorisées, même si

celles-ci s'avèrent très dégradées, par exemple limitées au décompte des dépassements du seuil de perception, où à la plus forte crue historique observée. Toutefois, dans ces deux derniers cas, l'ajustement peut parfois s'avérer moins satisfaisant qu'avec des données historiques supposées complètes et précises. Enfin, le fait de tenir compte des intervalles d'estimation des débits des crues historiques modifie très peu les ajustements par rapport à la prise en compte de valeurs discrètes et supposées précises. Ceci est surprenant mais est probablement du à l'impossibilité de représenter de façon plus précise la nature des erreurs d'estimation des débits, et notamment la présence possible de biais systématique dans ces estimations.

Si l'effet positif des données historiques sur la qualité des ajustements s'observe de façon systématique, l'importance du choix de la distribution candidate apparaît également. Dans le cas de l'Orbiel et de la Clamoux les ajustements obtenus à partir de la distribution de Gumbel n'apparaissent jamais satisfaisants. Cette mauvaise qualité des ajustements a pu être confirmée par un test statistique basé sur la comparaison des vraisemblances entre échantillons observés et échantillons simulés à partir de la distribution candidate. Ce test confirme que la distribution de Gumbel peut être écartée de façon systématique dans le cas de l'Orbiel et de la Clamoux. Mais il est intéressant de remarquer que ces conclusions ne sont obtenues que grâce à la valorisation des données historiques. Aucune distribution n'est en effet rejetée par le test, lorsque seules les données systématiques sont utilisées. Les données historiques offrent finalement une plus grande capacité de discrimination entre les distributions de Gumbel et Fréchet, mais cette capacité reste toutefois limitée, ce qui se traduit par exemple, dans le cas du Lauquet et de la Salz, par l'impossibilité d'effectuer un choix clair entre les deux distributions.

Enfin, la précision des différents calages effectués, dans le cas de la distribution de Fréchet, a pu être évaluée par application d'une approche Bayésienne, ayant recours à des simulations Monte Carlo Markov Chain. Cette approche a permis d'associer un intervalle de confiance à chacune des distributions calées, tout d'abord à partir des données systématiques seules, puis avec différents niveaux d'information historique. Il apparaît que les intervalles de confiance, souvent très importants pour un calage effectué à partir des données systématiques, se resserrent très fortement lorsque les données historiques sont valorisées. Ces intervalles peuvent être un peu plus larges lorsque l'information historique est moins complète. Mais là encore l'influence de l'incertitude sur l'estimation des débits des crues historiques n'est pas clairement mise en évidence.

L'application de la méthode du Gradex, pour sa part, donne des résultats très cohérents avec les données historiques, quel que soit le cours d'eau considéré. Il est notamment intéressant de constater que la variabilité géographique des débits de crues est bien représentée, alors que la valeur estimée du Gradex des pluies est très similaire dans les bassins étudiés. Cette bonne représentation de la variabilité des débits est due aux variations du facteur de forme  $r = \frac{Q_{pointe}}{Q_{moyen}}$ , proche de deux pour les bassins des Corbières, et atteignant une valeur de quatre dans le cas de la Salz. L'hétérogénéité des débits de pointe, parmi les cours d'eau étudiés, semble donc s'expliquer

par la forme plus étalée des hydrogrammes de crue, dans les bassins de la Montagne Noire.

La méthode du Gradex constitue finalement une alternative intéressante aux méthodes paramétriques, qui semble présenter moins de risques d'erreur, notamment lorsque les données historiques ne sont pas disponibles. Mais on peut tout de même remarquer que le Gradex n'a pas fourni une estimation majorante des débits de crue, propriété qu'on lui attribue pourtant souvent. Les ordres de grandeur de débits obtenus sont très similaires à ceux des données historiques, voire même un peu inférieurs dans le cas de la Clamoux. De plus, il est nécessaire, pour pouvoir appliquer correctement la méthode, d'évaluer le facteur de forme dans chaque bassin, et de disposer pour cela de mesures d'hydrogrammes de crues. Les résultats ne seraient probablement pas aussi satisfaisants dans le cas de cours d'eau non jaugés.

De façon à pouvoir extrapoler les résultats obtenus à ces bassins non jaugés, par exemple par l'application de méthodes de régionalisation, il est désormais nécessaire de mieux expliquer la variabilité des débits d'un bassin à l'autre. Cette variabilité est probablement attribuable à la pluviométrie, mais également aux caractéristiques physiques des bassins versants. L'influence de la forme des hydrogrammes de crues, mise en évidence lors de l'application de la méthode du Gradex, nous paraît notamment être une piste intéressante. Mais cette piste mérite d'être confirmée par l'étude d'autres bassins. De plus, ces différences de forme des hydrogrammes de crues, si elles s'avèrent être déterminantes, devront alors elles-mêmes être mieux expliquées et reliées aux caractéristiques des bassins versants.

A défaut d'explication plus précise de la variabilité géographique des débits, la seule alternative susceptible de fournir une estimation fiable des crues de référence, semble être pour l'instant, dans les bassins non jaugés, une recherche d'informations historiques similaire à celle qui a été menée ici. Les enseignements qui ont été tirés de notre recherche, notamment l'extension limitée des fonds qui recèlent la plupart de l'information sur les crues, devraient à l'avenir permettre de limiter le temps nécessaire pour réaliser ces nouvelles investigations.



# Bibliographie

- A. Almunia, R.M. Allegria, M. Jimenez, S. Gonzales, F. Opla, A. Herrero, A. Bustamante, and G. Pascual. Historical flooding in Spain : the Spanish national catalogue, a civil protection scope. In V.R.Thorndycraft, G.Benito, M.Barriendos, and M.C.Llasat, editors, *Palaeofloods, historical data and climatic variability : applications in flood risk assessment.*, pages 357–362, 2002. Proceedings of the PHEFRA international workshop, Barcelona, 16-19th October 2002.
- V. Andreassian. *Impact de l'évolution du couvert forestier sur le comportement hydrologique des bassins versants*. PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 2002.
- J.M. Antoine. *La catastrophe oubliée. Les avatars de l'inondation, du risque, et de l'aménagement de la vallée de l'Ariège*. PhD thesis, Université de Toulouse-Le Mirail, 1992. 495p.
- J.M. Antoine, B. Desailly, and J.P. Métailié. La chronologie des crues et phénomènes torrentiels dans les Pyrénées (19ème-20ème siècles). premiers résultats et problèmes d'interprétation. *Les cahiers de l'Isard*, Risques et aménagement dans les Pyrénées :31–58, 1993.
- M. Barriendos and D. Coeur. Flood data reconstruction in historical times from non-instrumental sources in Spain and France. In G.Benito and V.R.Thorndycraft, editors, *Systematic, palaeo-flood and historical data for the improvement of flood risk estimation : methodological guidelines.*, pages 29–42. 2004.
- M. Barriendos, D. Coeur, M. Lang, M.C. Llasat, R. Naulet, F. Lemaitre, and A. Barrera. Stationarity analysis of historical flood series in France and Spain (14th-20th centuries). *Natural hazards and earth system sciences*, 3 :583–592, 2003.
- M. Barriendos, M.C. Llasat, A. Barrera, and T. Rigo. The study of flood events from documentary sources : methodological guidelines for historical source identification and flood characterization in the Iberian peninsula. In V.R.Thorndycraft, G.Benito, M.Barriendos, and M.C.Llasat, editors, *Palaeofloods, historical data and climatic variability : applications in flood risk assessment.*, pages 87–92, 2002. Proceedings of the PHEFRA international workshop, Barcelona, 16-19th October 2002.
- M.A. Benson. Use of historical data in flood frequency analysis. *Eos trans. American geophysical union*, 31(3) :419–424, 1950.



- R. Brazdil, R. Glaser, C. Pfister, P. Dobrovolny, J.M. Antoine, M. Bariendos, D. Camuffo, M. Deutsch, S. Enzi, E. Guidoboni, O. Kotyza, and F. Sanchez-Rodriguo. Flood events of selected European rivers in the sixteenth century. *Climatic change*, 43 :239–285, 1999.
- P. Caillot. *Bibliographie de la presse Française politique et d'information générale, des origines à 1944 - Département de l'Aude*. Number 11. Bibliothèque nationale de France, 2001.
- G. Calenda, C.P. Mancini, and E. Volpi. Distribution of the extreme peak floods of the Tiber river from the 15th century. *Advances in water resources*, 2005. in press.
- D. Camuffo, G. Sturaro, and G. Benito. An opposite flood pattern teleconnection between the Tagus (Iberian peninsula) and Tiber (Italy) rivers during the last 1000 years. In V.R.Thorndycraft, G.Benito, M.Barriendos, and M.C.Llasat, editors, *Palaeofloods, historical data and climatic variability : applications in flood risk assessment.*, pages 295–300, 2002. Proceedings of the PHEFRA international workshop, Barcelona, 16-19th October 2002.
- CEMAGREF. Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants : fascicule 3 - la méthode CRUPEDIX. Technical report, Ministère de l'agriculture, Juillet 1980. Méthode d'estimation du débit de crue de fréquence décennale sur un bassin versant non jaugé à partir des précipitations et d'un parapêtre régional.
- CFGB. *Les crues de projet des barrages : méthode du Gradex*, Novembre 1994. Bulletin du CFGB, 18eme congrès CIGB/ICOLD.
- V. Charretier. Les inondations dans les Pyrénées Orientales à travers la presse et les écrits locaux : à la fin du 19ème et au début du 20ème siècle. Master's thesis, Université Paris X.
- L. Cheng-Zheng. Investigation and regionalisation of historical floods in China. *Journal of Hydrology*, 96 :41–51, 1987.
- D. Coeur and M. Lang. L'information historique des inondations : l'histoire ne donne-t-elle que des leçons? *La houille blanche - revue internationale de l'eau*, (2) :79–84, 2000. Colloque de la Société hydrotechnique de France : "La gestion des risques associés aux inondations rapides et lentes".
- D. Coeur and M. Lang. L'enquête en archives et la connaissance des inondations. In Cemagref Université Pierre Mendès France, editor, *Avalanches et risques. Regards croisés d'ingénieurs et d'historiens.*, pages 133–144, Grenoble, 2002. MSH-Alpes. Actes du séminaire du programme Histoval.
- D. Coeur, M. Lang, R. Naulet, R. Burnet, and D. Strazzerio. Histoire et connaissance des phénomènes naturels extrêmes. *Ingénieries EAT*, (Numéro spécial "Risques naturels") :15–26, 1998.
- D. Coeur, M. Lang, and M. Paquier. L'historien, l'hydraulicien et l'hydrologue et la connaissance des inondations. *La houille blanche - revue internationale de l'eau*, (4/5) :61–66, 2002. Actes

- de la 171ème session des congrès SHF : "L'hydraulique des millénaires. Les leçons de l'histoire pour construire le 21ème siècle".
- T.A. Cohn. *Flood frequency analysis with historical information*. PhD thesis, Faculty of the graduate school of Cornell University, 1986.
- T.A. Cohn, W.L. Lane, and W.G. Baier. An algorithm for computing moments-based flood quantile estimates when historical flood information is available. *Water resources research*, 33 (9) :2089–2096, 1997.
- T.A. Cohn, W.L. Lane, and J.R. Stedinger. Confidence intervals for expected moments algorithm flood quantiles estimates. *Water resources research*, 37(6) :1695–1706, 2001.
- T.A. Cohn and J.R. Stedinger. Use of historical information in a maximum likelihood framework. *Journal of hydrology*, 96(1) :215–223, 1987.
- R. Condie and K.A. Lee. Flood frequency analysis with historic information. *Journal of hydrology*, 58 :47–61, 1982.
- J.L. Cook. Quantifying peak discharges for historical floods. *Journal of hydrology*, 96 :29–40, 1987.
- C. Cosandey. Etude des crues Cévenoles : conditions d'apparition dans un petit bassin versant forestier sur le versant sud du Mont Lozère. In *Publication n°191*, pages 103–115. IAHS, 1990.
- C. Cosandey and M. Robinson. *Hydrologie Continentale*. Armand Colin, Paris, 2000.
- C. Cunnane. Unbiased plotting positions - a review. *Journal of hydrology*, 37 :205–222, 1978.
- T Dalrymple and M.A. Benson. Measurement of peak discharge by the slope-area method. In *US geological survey technical water resources investigation*, chapter A2, book 3. 1967. 12 pp.
- G. Delrieu, V. Ducrocq, E. Gaume, J Nicol, O. Payrastre, E. Yates, P.-E. Kirstetter, H. Andrieu, P.A. Ayral, C. Bouvier, J.D. Creutin, M. Livet, A. Anquetin, M. Lang, L. Neppel, C. Obled, J. Parent-du Chatelet, G.M. Saulnier, A. Walpersdorf, and W. Wobrock. The catastrophic flash-flood event of 8-9 september 2002 in the Gard region, France : a first case study for the Cévennes-Vivarais Mediterranean hydro-meteorological observatory. *Journal of hydrometeorology*, 6 :34–52, 2005.
- B. Desailly. *Crues et inondations en Roussillon. Le risque et l'aménagement. Fin du 17ème - milieu du 20ème siècle*. PhD thesis, Université de Paris X - Nanterre, 1990. 295p.
- M. Desbordes, P. Durepaire, J-C. Gilly, J-M. Masson, and Y. Maurin. *3 octobre 1988, inondation sur Nîmes et sa région, manifestation, causes et conséquences*. Nîmes, 1989.
- V. Fortin, B. Bobée, and B. Bernier. Rational approach to comparison of flood distributions by simulations. *Journal of hydraulic engineering*, pages 95–103, 1997.

- F. Frances, J.D. Salas, and D.C. Boes. Flood frequency analysis with systematic and historical or paleoflood data based on the two parameter general extreme value models. *Water resources research*, 30(6) :1653–1664, 1994.
- E. Gaume. Analyse du comportement hydrologique des parties amont des bassins versants lors des crues des 12 et 13 novembre 1999 dans l’Aude, les Pyrénées Orientales et le Tarn - rapport d’avancement n°3 : le bassin versant de la Clamoux. Technical report, Ecole nationale des ponts et chaussées - CERREVE, Novembre 2000. Rapport réalisé pour le Ministère de l’Aménagement de Territoire et de l’Environnement.
- E. Gaume. *Éléments d’analyse sur les crues éclair*. PhD thesis, Ecole nationale du génie rural des eaux et des forêts (France), Institut national de la recherche scientifique - Eau (Québec), 2002.
- E. Gaume. About the asymptotic behaviour of flood peak distributions - theoretical results. *Hydrology and earth system sciences*, 2005. soumis.
- E. Gaume and C. Bouvier. Analyse hydro-pluviométrique des crues du Gard et du Vidourle des 8 et 9 septembre 2002. *La Houille Blanche*, (6) :99–106, 2004.
- E. Gaume, M. Livet, M. Desbordes, and J.P. Villeneuve. Hydrological analysis of the river Aude, France, flash flood on 12 and 13 november 1999. *Journal of hydrology*, 286 :135–154, 2004.
- E. Gaume, M. Livet, and M. Pons. Analyse du comportement hydrologique des parties amont des bassins versants lors des crues des 12 et 13 novembre 1999 dans l’Aude, les Pyrénées Orientales et le Tarn - rapport de synthèse. Technical report, Ecole nationale des ponts et chaussées et CETE de Lyon, Novembre 2000. Rapport réalisé pour le Ministère de l’aménagement du territoire et de l’environnement.
- E. Gaume, O. Payraastre, and B. Rosa da Silva. Analyse hydrologique des crues de 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard. Technical report, Ministère de l’écologie et du développement durable, Juillet 2003.
- R. Glaser and H. Stangl. Historical floods in the Dutch Rhine delta. *Natural hazards and earth system sciences*, 3 :1–9, 2003.
- GREHYS. Presentation and review of some methods for regional flood frequency analysis. *Journal of hydrology*, 186 :63–84, 1996. Groupe de recherche en hydrologie statistique.
- P. Guillot and D. Duband. La méthode du Gradex pour le calcul de la probabilité des crues à partir des pluies. In *publication n°84*, pages 560–. IAHS, 1967.
- F. Guzzetti, M. Cardinali, and P. Reichenbach. The AVI project : a bibliographical and archive inventory of landslides and floods in Italy. *Environmental management*, 18(4) :623–633, 1994.
- C. Hallegouet. Risque inondation : la perte de mémoire. cas de l’agglomération Clermontoise. Master’s thesis, Université Paris 8, 1995.

- W.K. Hastings. Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications. *Biometrika*, 57 :97–109, 1970.
- R.M. Hirsh. Probability plotting position formulas for flood records with historical information. *Journal of hydrology*, 96 :185–199, 1987.
- R.M. Hirsh and J.R. Stedinger. Plotting positions for historical floods and their precision. *Water resources research*, 23(4) :715–727, 1987.
- J.R.M. Hosking and J.R. Wallis. Paleoflood hydrology and flood frequency analysis. *Water resources research*, 22(4) :543–550, 1986a.
- J.R.M. Hosking and J.R. Wallis. The value of historical data in flood frequency analysis. *Water resources research*, 22(11) :1606–1612, 1986b.
- R.D. Jarrett. Errors in slope-area computations of peak discharges in mountain streams. *Journal of hydrology*, 96, 1987.
- A.F. Jenkinson. The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological events. *Quarterly journal of the Royal meteorological society*, 81 :158–171, 1955.
- J. Kemp. Documentary flood records from a remote valley in the Scottish highlands : the river Beaulieu UK. In V.R.Thorndycraft, G.Benito, M.Barriendos, and M.C.Llasat, editors, *Palaeofloods, historical data and climatic variability : applications in flood risk assessment.*, pages 113–118, 2002. Proceedings of the PHEFRA international workshop, Barcelona, 16-19th October 2002.
- G. Kuczera. Uncorrelated measurement error in flood frequency inference. *Water resources research*, 28(1) :183–188, 1992.
- G. Kuczera. Correlated rating curve error in flood frequency inference. *Water resources research*, 32(7) :2119–2127, 1996.
- G. Kuczera. Comprehensive at site flood frequency analysis using Monte Carlo Bayesian inference. *Water resources research*, 35(5) :1551–1557, 1999.
- M. Lang, D. Coeur, C. Lallement, and R. Naulet. Valorisation de l'information historique pour la prédétermination du risque d'inondation : application au bassin du Guiers. *Ingénieries EAT*, (16) :3–13, 1998.
- M. Lang, R. Naulet, A. Recking, D. Coeur, and C. Gigon. Etude de cas : l'analyse des pluies et crues extrêmes observées depuis 200 ans dans un bassin cévenol, l'Ardèche. *La houille blanche - Revue internationale de l'eau*, (6/7) :131–138, 2002. Colloque de la Société hydrotechnique de France : "Variations climatiques et hydrologie".
- M. Lang, T.B.M.J. Ouarda, and B. Bobee. Towards operational guidelines for over-threshold modelling. *Journal of hydrology*, 225 :103–117, 1999.

- M. Lang, P.F. Rasmussen, G. Oberlin, and B. Bobee. Echantillonnage par valeurs supérieures à un seuil : modélisation des occurrences par la méthode du renouvellement. *Revue des sciences de l'eau*, 10(3) :279–320, 1997.
- M.N. Leese. Use of censored data in the estimation of Gumbel distribution parameters for annual maximum flood series. *Water resources research*, 9(6) :1534–1542, 1973.
- M. Livet. Apport de l'information historique à l'appréciation du risque hydrologique extrême - cas de l'agglomération Clermontoise. Technical report, Centre d'études techniques de l'équipement de Lyon - Laboratoire régional de Clermont-Ferrand, 1994.
- M. Livet. Approche historique du risque inondation - cas des petits bassins versants urbains et plus particulièrement des bassins versants périurbains. Technical report, Centre d'études techniques de l'équipement de Lyon - Laboratoire régional de Clermont-Ferrand, 1997.
- M.C. Llasat and M. Barriendos. Availability and potential of historical flood series in the Iberian peninsula (14th-20th centuries). In P.Albini T.Glade and F.Frances, editors, *The use of historical data in natural hazard assessments*, pages 131–140. Kluwer academic publishers, 2001.
- M.C. Llasat, M. Barriendos, A. Barrera, and T. Rigo. Climatological analysis of flood frequency in the Ter, Segre and Llobregat basins from the 14th to the 20th century. In V.R.Thorndycraft, G.Benito, M.Barriendos, and M.C.Llasat, editors, *Palaeofloods, historical data and climatic variability : applications in flood risk assessment.*, pages 275–280, 2002a. Proceedings of the PHEFRA international workshop, Barcelona, 16-19th October 2002.
- M.C. Llasat, M. Barriendos, A. Barrera, and T. Rigo. Floods in Catalonia (NE Spain) since the 14th century. climatological and meteorological aspects from historical documentary sources and old instruments records. *Journal of hydrology*, 313(1-2) :32–47, 2005.
- M.C. Llasat, M. Barriendos, and T. Rigo. L'analyse de la fréquence et de l'occurrence temporelle des fortes précipitations d'origine méditerranéennes causes des crues rares en Espagne et dans le sud de la France. *La houille blanche*, (6/7) :139–144, 2002b. Colloque de la Société hydrotechnique de France : "Variations climatiques et hydrologie".
- M. Martin. *La presse régionale. Des affiches aux grands quotidiens*. Fayard, 2002.
- N. Meschinet de Richemond. *Les inondations catastrophiques sur la bordure montagneuse du Roussillon : dégâts et sinistrés*. PhD thesis, Université Paris X - Nanterre, 1997.
- N. Metropolis, A.W. Rosenbluth, A.H. Teller, and E. Teller. Equations of state calculations by fast computing machines. *Journal of chemical physics*, 21 :1087–1092, 1953.
- R. Naulet. *Utilisation de l'information des crues historiques pour une meilleure prédétermination du risque d'inondation. Application au bassin de l'Ardèche à Vallon Pont-d'Arc et Saint Martin d'Ardèche*. PhD thesis, Université Joseph Fourier - Grenoble 1 (France) et INRS eau terre environnement (Québec), 2002.

- R. Naulet, M. Lang, D. Coeur, and C. Gigon. Collaboration between historians and hydrologists on the Ardèche river (France). first step : inventory of historical flood information. In Paola Albini Thomas Glade and Félix Frances, editors, *Advances in natural and technological research : "The use of historical data in natural hazard assessments*, volume 17, pages 113–129. Kluwer academic publishers, 2001.
- D.R.H. O’Connel, D.A. Osteena, D.R. Levish, and R.E. Klinger. Bayesian flood frequency analysis with paleohydrologic bound data. *Water resources research*, 38(5), 2002.
- T. Ouarda, P.F. Rasmussen, B. Bobée, and J. Bernier. Utilisation de l’information historique en analyse hydrologique fréquentielle. *Revue des sciences de l’eau*, n° spécial :41–49, 1998.
- C. Pfister, R. Brazdil, R. Glaser, M. Barriendos, D. Camuffo, M. Deutsch, P. Dobrovolny, S. Enzi, E. Guidoboni, O. Kotyza, S. Miltzer, L. Racz, and F.S. Rodrigo. Documentary evidence on climate in sixteenth-century Europe. *Climatic change*, 43, 1999.
- D.S. Reis and J.R. Stedinger. Bayesian MCMC flood frequency analysis with historical information. *Journal of hydrology*, 313(1-2) :97–116, 2005.
- M. Rico, G. Benito, and A. Barnolas. Combined palaeoflood and rainfall-runoff assessment of mountain floods (Spanish Pyrenees). *Journal of hydrology*, (245) :59–72, 2001.
- N.A. Sheffer, Y. Enzel, N. Waldmann, T Grodek, and G. Benito. Claim of largest flood on record proves false. *Eos*, 84(12), March 25th 2003.
- V.A. Stanescu. La potentiel des grandes crues de l’Europe, leurs régionalisation et comparaison. *La houille blanche*, (6) :21–27, 2004.
- J.R. Stedinger and T.A. Cohn. Flood frequency analysis with historical and paleoflood information. *Water resources research*, 22(5) :785–793, 1986.
- J.V. Sutcliffe. The use of historical records in flood frequency analysis. *Journal of hydrology*, 96 (1) :159–171, 1987.
- I. Tarcy. Inventaire des documents sur les inondations dans les Pyrénées Orientales : la Côte Vermeille. Master’s thesis, Université Paris X, 1987.
- Guidelines for determining flood flow frequency*. United States water resources council, 1976.
- J.F. Valleix. Les risques hydrologiques dans l’agglomération Clermontoise - méthodologie d’exploitation des documents historiques. Technical report, Centre d’études techniques de l’équipement de Lyon - Laboratoire régional de Clermont-Ferrand, 1994.
- Q.J. Wang. Estimation of the GEV distribution from censored samples by method of partial probability weighted moments. *Journal of hydrology*, 120(1) :103–114, 1990a.

- Q.J. Wang. Unbiaised estimation of probability weighted moments and partial probability weighted moments from systematic and historical flood information and their application to estimating the GEV distribution. *Journal of hydrology*, 120(1) :115–124, 1990b.
- A. Williams and D. Archer. The use of historical information in the English Midlands to improve risk assessment. *Hydrological sciences journal*, 47(1) :67–76, 2002.

## Annexe A : Etat Général des Sources



Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude			Thème 'Service Hydraulique', canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude			La crue de Mars 1930 dans le sud-ouest de la France - Genèse de la catastrophe
Archives départementales de l'Aude			Thème 'Géodésie'
Archives départementales de l'Aude	1238W64	1971-1974	Conseil Général - Direction des services techniques départementaux - Chemins départementaux - Réparation des dégâts causés par les intempéries de l'hiver 1970-71.
Archives départementales de l'Aude	1238W65	1971-1974	Conseil Général - Direction des services techniques départementaux - Chemins départementaux - Dégâts causés par les inondations des 10 et 11 octobre 1970 et les précipitations des 28, 29, et 30 décembre 1971.
Archives départementales de l'Aude	1276W214	1951-1977	Préfecture - Cabinet - Hydraulique: institution départementale pour l'aménagement hydraulique de la Montagne Noire, Conseil d'administration: PV réunion, réception provisoire des travaux, rapports et notes, coupures presse, correspondance.
Archives départementales de l'Aude	1276W222	1954-1975	Préfecture - Cabinet - Météorologie: Association d'étude des moyens de lutte contre les fléaux atmosphériques (assemblées générales, campagnes de lutte), Comité départemental de lutte contre la grêle (rapports d'activité)
Archives départementales de l'Aude	1276W287	1958-1977	Préfecture - Cabinet - Sinistres: gelées, orages, sécheresse: correspondance, coupures de presse.
Archives départementales de l'Aude	1276W288	1952-1965	Préfecture - Cabinet - Sinistres: inondations octobre 1965: messages, télégrammes, rapports, mesures prises en faveur des sinistres, coupures de presse.
Archives départementales de l'Aude	1276W289	1966-1969	Préfecture - Cabinet - Sinistres: inondations octobre 1966 et 1967-1969
Archives départementales de l'Aude	1276W290	1970-1977	Préfecture - Cabinet - Sinistres: inondations
Archives départementales de l'Aude	1307W35	1972-1976	Préfecture - Secrétariat Général - Météorologie - Gelées, grêle, pluie, vent: rapports du préfet, du DDA, arrêtés préfectoraux; comité départemental d'expertise des calamités agricoles: PV de réunions, correspondance.
Archives départementales de l'Aude	1311W253	1968-1975	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Budget régional: défense contre les eaux - Programme pour travaux subventionnés (68-75); inondations d'octobre 1965: inventaire des dégâts, rapport de la DDE; Elaboration d'un plan de lutte..
Archives départementales de l'Aude	1311W98	1964-1967	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - 5ème PLAN, problème de l'eau - "Infrastructure hydrologique" éditions 1964 et 1967 (inventaires des stations pluviométriques et pluviographiques, des stations de jaugeage limnimétriques ..
Archives départementales de l'Aude	1322W86	1969-1974	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Syndicats intercommunaux: subventions - Syndicat intercommunal d'aménagement hydraulique du bassin de l'Orbiel et du Trappel. Recalibrage et reprofilage des rivières Orbiel, Trappel, ..
Archives départementales de l'Aude	1322W87	1966-1974	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Syndicats intercommunaux: subventions - Syndicats intercommunaux d'aménagement hydraulique - Travaux divers, dont Bassin de la Clamoux.
Archives départementales de l'Aude	1333W56	1959-1965	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Calamités publiques - Subventions de l'état pour dégâts causés aux voiries communales, départementales, nationale et dans le domaine de l'hydraulique: états, propositions, demandes des communes..
Archives départementales de l'Aude	1333W57	1965-1968	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Calamités publiques - Subventions de l'état pour dégâts causés aux voiries communales, départementales, nationale et dans le domaine de l'hydraulique: états, propositions, demandes des communes..
Archives départementales de l'Aude	1363W60	1971-1979	Préfecture - Cabinet - Aménagement hydraulique - Eau de la Montagne Noire - Aménagement hydraulique, syndicats de distribution d'eau potable: presse, correspondance.
Archives départementales de l'Aude	1363W61	1961-1983	Préfecture - Cabinet - Aménagement hydraulique - Barrages, retenues collinaires: presse, correspondance (61-79), contrôle technique: rapports (83)

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	1396W104	1966-1974	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Travaux communaux: subventions de l'état et du département - Les illes: voirie, acquisition terrains, travaux
Archives départementales de l'Aude	1396W123	1965-1974	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Travaux communaux: subventions de l'état et du département - Lastours: voirie, acquisition terrains, travaux
Archives départementales de l'Aude	1396W132	1965-1972	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Travaux communaux: subventions de l'état et du département - Leuc: voirie, travaux, subventions
Archives départementales de l'Aude	1396W133	1964-1974	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Travaux communaux: subventions de l'état et du département - Limousis: voirie, travaux, subventions
Archives départementales de l'Aude	1396W305	1965-1973	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Travaux communaux: subventions de l'état et du département - Villeneuve Minervois: hydraulique, pertes de la Clamoux (1973-1974); voirie, travaux, subventions (1965-1973)
Archives départementales de l'Aude	13M723	1821-1935	Thème 'Reboisement' - Projets de création de périmètres de reboisement - études, situation, mesures prises, influences climatiques et économiques.
Archives départementales de l'Aude	13M770	1889-1940	Thème 'Protection de l'Environnement'
Archives départementales de l'Aude	13M790	1930-1940	Thème 'Météorologie' - Instructions, correspondance, observations.
Archives départementales de l'Aude	13M791	1880-1937	Thème 'Météorologie' - Installations d'observatoires dans les domaines soumis au régime forestier.
Archives départementales de l'Aude	1447W109	1971-1977	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Vième plan - Institution départementale pour l'aménagement de la Montagne Noire, barrage des Cammazes: Brochure de présentation, conseil d'administration, compte-rendus, rapports, corresp. ..
Archives départementales de l'Aude	1472W143	1976-1980	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Météorologie, calamités agricoles: rapports, estimation des dégâts, correspondance, indemnisation des dommages - orages oct 1976 (arr LIMOUX); inondations mai 1977, oct 1979 (Arr Narbonne); ..
Archives départementales de l'Aude	1472W68	1964-1976	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Infrastructure hydrométrique en Languedoc Roussillon: études du comité technique de l'eau, cartés, fichiers (1964,1976)
Archives départementales de l'Aude	1499W32	1976-1982	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Protection contre les eaux des rivières
Archives départementales de l'Aude	1504W30	1981-1984	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Sinistres, intempéries - Intempéries de janvier 1981: subventions aux communes pour dégâts causés; Intempéries de novembre 1982: estimation des dégâts, arrêtés préfectoraux de subvention.
Archives départementales de l'Aude	1517W55		Préfecture - Cabinet - Météorologie (ou plutôt Sinistres?) - Calamités agricoles, indemnisation: instructions, rapports, notes, presse, correspondance
Archives départementales de l'Aude	1517W56	1977-1983	Préfecture - Cabinet - Météorologie (ou plutôt Sinistres?) - Catastrophes naturelles: rapports, presse, correspondance
Archives départementales de l'Aude	1517W59	1985	Préfecture - Cabinet - Météorologie (ou plutôt Sinistres?) - Catastrophes naturelles: rapports, presse, correspondance
Archives départementales de l'Aude	1545W4	1985	Conseil Général de l'Aude - Cabinet du président - Intempéries, incendies.
Archives départementales de l'Aude	1546W12	1982-1986	Conseil Général de l'Aude - Cabinet du président - Institution interdépartementale pour l'aménagement hydraulique de la Montagne Noire, rapports d'activité, procès-verbaux du conseil d'administration, compte-rendu analytique.
Archives départementales de l'Aude	1710W23	1980	Direction départementale de l'Equipement - Chemins départementaux - CD118 - pont en béton armé sur la Salz

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	1710W32	1981	Direction départementale de l'Équipement - Chemins départementaux - CD118 - pont en béton armé sur la Salz
Archives départementales de l'Aude	1719W177	1981-1983	Direction départementale de l'Équipement - Chemins départementaux, routes nationales: travaux - Réseau routier: intempéries de janvier 1981: recensement des dégâts causés, demandes de subventions, répartition, travaux sur RN et CD, avant projet sommaire.
Archives départementales de l'Aude	1719W178	1982-1983	Direction départementale de l'Équipement - Chemins départementaux, routes nationales: travaux - Intempéries de 1982-83, dégâts causés dans diverses communes: subventions, demandes et répartition, travaux.
Archives départementales de l'Aude	1748W63	1940-1958	Préfecture - Cabinet - Calamités agricoles et sinistres: sinistres 1957-1958, inondations 1940-1942
Archives départementales de l'Aude	178PER1	1673-1992	Bulletin de la société d'études historiques de Trèbes.
Archives départementales de l'Aude	179PER1	1566-1930	Histoire et Généalogie en Minervois.
Archives départementales de l'Aude	17PER3	1820 - 1891	L'inondation du 25 octobre 1891 à Carcassonne (Société d'études scientifiques de l'Aude)
Archives départementales de l'Aude	2228W1	1939-1962	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Prises d'eau - Demandes d'autorisation.
Archives départementales de l'Aude	2228W13	1950-1961	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Aménagement de ponceaux des rivières et ruisseaux: correspondance, plans, dossiers de travaux.
Archives départementales de l'Aude	2228W15	1949-1960	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Aménagement de ponceaux des rivières et ruisseaux: correspondance, plans, dossiers de travaux.
Archives départementales de l'Aude	2228W16	1961	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Aménagement de ponceaux des rivières et ruisseaux: correspondance, plans, dossiers de travaux.
Archives départementales de l'Aude	2228W31	1942-1945	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Endiguement, protection des berges, inondations - Rivière de la Clamoux.
Archives départementales de l'Aude	2228W8	1941-1942	Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt - Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Ouvrages d'art -
Archives départementales de l'Aude	2328W28	1990-1994	Préfecture - Cabinet - Protection civile - Orages - Instructions, coupures de presse, rapports, correspondance.
Archives départementales de l'Aude	2328W29	1992	Préfecture - Cabinet - Protection civile - Inondations de sud-est - dossier de préparation pour une réunion à Paris le 16 octobre 1992.
Archives départementales de l'Aude	2372W29	1992-1993	Préfecture - Cabinet - Sinistres et Protection civile - Inondations et vents violents - Gestion de la crise, indemnisation des sinistrés, demande d'aide militaire: arrêtés, plan ORSEC, dispositif d'aide, demande de reconnaissance d'état de cat nat, ..
Archives départementales de l'Aude	2372W30	1995-1996	Préfecture - Cabinet - Sinistres et Protection civile - Inondations et vents violents - Gestion de la crise, indemnisation des sinistrés, demande d'aide militaire: arrêtés, plan ORSEC, dispositif d'aide, demande de reconnaissance d'état de cat nat, ..
Archives départementales de l'Aude	2372W31	1992-1999	Préfecture - Cabinet - Sinistres et Protection civile - Inondations et vents violents - Gestion de la crise, indemnisation des sinistrés, demande d'aide militaire: arrêtés, plan ORSEC, dispositif d'aide, demande de reconnaissance d'état de cat nat, ..
Archives départementales de l'Aude	2382W27	1989-1993	Préfecture - Cabinet - Sinistres et Protection civile - Intempéries dans l'Aude: appréciation des dégâts, attribution du caractère de calamité agricole: compte rendus des événements, plan ORSEC, arrêtés, enquêtes, communiqués de presse.
Archives départementales de l'Aude	2382W28	1982-1992	Préfecture - Cabinet - Sinistres et Protection civile - Crues de l'Aude - Amélioration du réseau d'annonce des crues: rapport sur l'étude des besoins, règlement, convention, correspondance, presse.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	2408W117	1992-1997	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Inondations de 1992, demandes de subventions: arrêtés préfectoraux, comite-rendus de réunions préfectorales et ministérielles, rapports financiers, .. , aticles de presse, documentation, ..
Archives départementales de l'Aude	2408W118	1992-1995	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Inondations de 1992, demandes de subventions: arrêtés préfectoraux, comite-rendus de réunions préfectorales et ministérielles, rapports financiers, .. , aticles de presse, documentation, ..
Archives départementales de l'Aude	20p1356	1808-1899	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1357	1833-1891	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1358	1862-1913	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1359	1887-1909	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1360	1903-1930	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1429	1882-1924	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffeil - Ecole mixte, chemins ruraux.
Archives départementales de l'Aude	20p1430	1835-1912	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffeil - Eglise et presbytère, cimetière, pont à bascule, fontaine.
Archives départementales de l'Aude	20p1431	an 13-1959	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffeil - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1467	1816-1932	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Les Ilhes - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1468	1851-1923	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Les Ilhes - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1594	1845-1903	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Lastours - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	20p1595	1806-1899	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Lastours - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	20p1649	1950-1957	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Voirie urbaine et vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p1650	an 10-1937	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Pont sur le Lauquet
Archives départementales de l'Aude	20p1651	1825-1898	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	20p1652	1776-1881	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	20p1653	1886-1904	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	20p1654	1869-1904	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	2Op1655	1861-1914	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op1698	an 13-1877	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Limousis - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	2Op1699	1877-1910	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Limousis - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	2Op1700	1847-1911	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Limousis - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	2Op2533	1819-1925	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Rennes les Bains - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op2534	1858-1922	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Rennes les Bains - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op2723	1896-1924	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Saint Hilaire - Pont à bascule, installation
Archives départementales de l'Aude	2Op2726	an 12 - 1905	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Saint Hilaire - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op2727	1866-1936	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Saint Hilaire - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3062	an 13-1924	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Verzeille - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3063	1863-1928	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Verzeille - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3195	an 13 - 1908	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3196	1905-1910	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3197	1848-1921	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3198	an 13-1906	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op3199	1849-1921	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité
Archives départementales de l'Aude	2Op654		Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Cassaignes - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	2Op949	1930-1945	Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Couiza - reconstruction du pont sur la Salz, curage du lit de la Salz
Archives départementales de l'Aude	2Op950		Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Couiza - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	2Op951		Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Couiza - Voirie vicinale

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	20p993		Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Coustaussa - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	20p994		Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Coustaussa - Voirie vicinale
Archives départementales de l'Aude	52W1	1940-1941	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Sinistres: comité d'aide aux sinistrés des inondations des 17, 18, et 19 octobre 1940
Archives départementales de l'Aude	52W10	1945-1955	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: arrêtés préfectoraux, rapports, secours aux sinistrés, correspondance et affaires diverses
Archives départementales de l'Aude	52W11	1954	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Pertes de récolte: listes communales - Communes des Corbières
Archives départementales de l'Aude	52W12	1954	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Pertes de récolte: listes communales - Communes du Minervois
Archives départementales de l'Aude	52W13	1954	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Répartition d'un secours de 150 millions aux viticulteurs sinistrés des Corbières et du Minervois.
Archives départementales de l'Aude	52W14	1954	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités dues aux inondations du 2 et 3 février 1952
Archives départementales de l'Aude	52W15	1961	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: pluies d'automne
Archives départementales de l'Aude	52W16		Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: Inondations des 5, 6 et 7 novembre 1962, liste des communes sinistrées.
Archives départementales de l'Aude	52W17	1962	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Inventaire des dégâts occasionnés par les Inondations de novembre 1962.
Archives départementales de l'Aude	52W21	1963	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: Inondations 13 et 14 septembre 1963.
Archives départementales de l'Aude	52W22	1940-1948, 1959	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Inondations et crues de l'Aude: rapports, secours aux sinistrés, correspondance
Archives départementales de l'Aude	52W24	1960-1962	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Inondations de novembre 1962 et octobre 1960: presse, rapports
Archives départementales de l'Aude	52W25	1965	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Inondations 1965: commission d'attribution des secours et des indemnités, arrêtés.
Archives départementales de l'Aude	52W26	1966	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Inondations 1966: presse, procès verbaux de gendarmerie, lettres de maires, divers.
Archives départementales de l'Aude	52W7	1947	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: secours d'extrême urgence aux viticulteurs des communes du Minervois victimes de calamité publique en 1947
Archives départementales de l'Aude	52W8	1948-1952	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: affaires diverses, rapports, correspondance, requêtes
Archives départementales de l'Aude	52W9	1950-1952	Préfecture - Police Administrative - Inondations, séismes calamités agricoles - Calamités agricoles: arrêtés préfectoraux, rapports des ponts et chaussées, de la DSA, secours aux sinistrés, correspondance et affaires diverses
Archives départementales de l'Aude	68W1	1939-1948	Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Agriculture, statistiques des sinistres: instructions (1941-1948) Etats récapitulatifs des années 1939, 40, 43, 44, et 45.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	7M118 à 7M203		Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M119	1854-1887	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M125	1851-1890	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M126	1891	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M127	1893-1919	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M144	1930-1936	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	7M203	1933-1943	Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux'
Archives départementales de l'Aude	90W88	1936 - 1946	Sous préfecture de Limoux - Economie - Agriculture - Sinistres et Calamités (inondations, orages, gelées, crickets) - Estimation et indemnisation: instructions, état des dégâts, correspondance
Archives départementales de l'Aude	90W89	1947-1949	Sous préfecture de Limoux - Economie - Agriculture - Sinistres et Calamités (inondations, orages, gelées, crickets) - Estimation et indemnisation: instructions, état des dégâts, correspondance
Archives départementales de l'Aude	90W90	1949	Sous préfecture de Limoux - Economie - Agriculture - Secours aux agriculteurs sinistrés par l'orage du 9 juin 1949: correspondance, rapports, estimation des dégâts.
Archives départementales de l'Aude	90W91	1950	Sous préfecture de Limoux - Economie - Agriculture - Secours aux agriculteurs sinistrés par l'ouragan et l'orage du 23 mai 1949: correspondance, état des dégâts.
Archives départementales de l'Aude	D°2224	1940	Les inondations d'octobre 1940 dans les Pyrénées Orientales - Témoignages des instituteurs du Département
Archives départementales de l'Aude	OW1277	1865-1899	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemin d'intérêt commun n°43 - Commune de Verzeille - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW154	1930-1943	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW156	1930-1932	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW157	1930-1932	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW158	1930-1932	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW159	1932-1944	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW161	1932-1943	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW173	1930-1951	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°104

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW186	1930-1939	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°111
Archives départementales de l'Aude	OW188	1930-1951	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°111
Archives départementales de l'Aude	OW190	1932-1942	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW191	1930-1953	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW2493	1933-1934	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Leuc
Archives départementales de l'Aude	OW2500	1937	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	OW2506	1931-1939	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Cassaignes
Archives départementales de l'Aude	OW2508	1931-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Communes de Couiza et Coustaussa.
Archives départementales de l'Aude	OW2509	1931-1932	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Communes de Cassaignes, Coustaussa, et Couiza 6 Restaurations après les dégâts dus aux inondations de 1930.
Archives départementales de l'Aude	OW2513	1889-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Fourmes
Archives départementales de l'Aude	OW2515	1931-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Les Ilhes
Archives départementales de l'Aude	OW2517	1887-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Lastours
Archives départementales de l'Aude	OW2518	1883-1937	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Leuc
Archives départementales de l'Aude	OW2519	1932-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Limousis
Archives départementales de l'Aude	OW2520	1930-1932	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Lastours et Limousis
Archives départementales de l'Aude	OW2537	1931-1932	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Rennes les Bains
Archives départementales de l'Aude	OW2541	1931-1938	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Saint Hilaire
Archives départementales de l'Aude	OW2549	1877-1949	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	OW2552	1931-1952	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemin départemental n°12 - Couiza et Coustaussa - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW2564	1930-1941	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°14 - Commune de Rennes les Bains



Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW2606	1930-1942	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW2607	1930-1939	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW2612	1931-1942	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°104
Archives départementales de l'Aude	OW2618	1931-1947	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°111
Archives départementales de l'Aude	OW2619	1932-1942	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112 - Communes de Cabrespine et Villeneuve Minervois; projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW2737	1948-1951	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°14 - Commune de Rennes les Bains
Archives départementales de l'Aude	OW2774	1929	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Fouries
Archives départementales de l'Aude	OW2775	1932	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Limousis
Archives départementales de l'Aude	OW2821	1946-1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°14 - Commune de Rennes les Bains
Archives départementales de l'Aude	OW2846	1938-1941	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - Chemin départemental n°101
Archives départementales de l'Aude	OW2859	1948-1957	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°104
Archives départementales de l'Aude	OW2862	1947-1958	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°111
Archives départementales de l'Aude	OW2864	1945-1957	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW2982	1952-1956	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW313	1876-1889	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication
Archives départementales de l'Aude	OW3546	1963	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	OW3584	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Classement dans la voirie communale - Fouries Cabardès
Archives départementales de l'Aude	OW3585	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Classement dans la voirie communale - Lastours, Les Ilhes, Limousis
Archives départementales de l'Aude	OW3592	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	OW3595	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Classement dans la voirie communale. Cassagnes, Coustaussa et Couza.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW3605	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Classement dans la voirie communale. Saint Hilaire
Archives départementales de l'Aude	OW3606	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Voirie rurale - Classement dans la voirie communale. Verzeille
Archives départementales de l'Aude	OW3961	1954-1960	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°104
Archives départementales de l'Aude	OW3971	1955-1960	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW4126	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Couiza: ch. vic. n°3 dit 'de Gournet'.
Archives départementales de l'Aude	OW4141	1959	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Saint Hilaire
Archives départementales de l'Aude	OW4491	1960-1964	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°104
Archives départementales de l'Aude	OW4492	1961-1964	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - chemin départemental n°112
Archives départementales de l'Aude	OW456	1832-1922	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Cassaignes - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW458	1928-1924	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Couiza - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW459	1901-1906	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Couiza - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW462	1830-1895	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Coustaussa - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW463	1855-1929	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Coustaussa - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW4706	1931-1939	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication
Archives départementales de l'Aude	OW4711	1948-1950	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication
Archives départementales de l'Aude	OW4771	1931-1934	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la direction de l'agriculture et de la forêt - Inondations de 1930
Archives départementales de l'Aude	OW4866	1891-1892	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale
Archives départementales de l'Aude	OW4878	1863-1875	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°12 ou 112 - Communes de Villeneuve Minervois et Cabrespine: travaux
Archives départementales de l'Aude	OW4879	1876-1900	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°12 ou 112 - Communes de Villeneuve Minervois et Cabrespine: travaux
Archives départementales de l'Aude	OW4880	1901-1919	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°12 ou 112

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW.4882	1928-1932	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°12 ou 112 - Communes de Villeneuve Minervois et Cabrespine: travaux
Archives départementales de l'Aude	OW.4883	1934-1939	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°12 ou 112 - Communes de Villeneuve Minervois et Cabrespine: travaux
Archives départementales de l'Aude	OW.4884	1869-1891	Fonds des ponts et chaussées - Voirie départementale - Travaux - Chemin de grande communication n°14 - Constructions, réparations de ponts, entretien.
Archives départementales de l'Aude	OW.4885	1861-1892	Fonds des ponts et chaussées - Voirie départementale - Travaux - Chemin de grande communication n°14 - Travaux divers
Archives départementales de l'Aude	OW.4897	1845-1869	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4898	1870-1875	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4899	1876-1879	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4900	1880-1885	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4901	1886-1889	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4902	1890-1894	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4903	1894	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4904	1895-1899	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4905	1900-1909	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4906	1910-1919	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4907	1920-1924	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4908	1925-1929	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4908	1930-1932	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4909	1930	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4910	1930	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW.4911	1930	Administration et comptabilité communales - récolement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW4912	1930	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW4913	1930	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux - Ponts, 1930
Archives départementales de l'Aude	OW4914	1931	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW4915	1932-1933	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW4916	1934-1935	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW4917	1936-1939	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin départemental n°101 de Trèbes aux Martys - Travaux -
Archives départementales de l'Aude	OW4918	1853-1887	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières
Archives départementales de l'Aude	OW4919	1888-1936	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières
Archives départementales de l'Aude	OW4921	1841-1930	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières
Archives départementales de l'Aude	OW4922	1867-1903	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières
Archives départementales de l'Aude	OW4923	1907-1938	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds des Ponts et Chaussées - Voirie départementale - Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières
Archives départementales de l'Aude	OW513	1829-1929	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Route départementale et chemin de grande communication n°14 - Rennes les Bains - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW586	1834-1841	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW587	1840-1847	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW588	1862-1929	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW589	1927-1930	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW591	1834-1874	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW592	1973-1890	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW593	1891-1931	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1
Archives départementales de l'Aude	OW595	1842-1924	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et Chemins de grande communication - GC 101 ou 1

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	OW646	1842-1909	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - Chemin de grande communication n°104 ou 4
Archives départementales de l'Aude	OW647	1892-1927	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - Chemin de grande communication n°104 ou 4
Archives départementales de l'Aude	OW652	1833-1918	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - Chemin de grande communication n°104 ou 4
Archives départementales de l'Aude	OW653	1912-1925	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - Chemin de grande communication n°104 ou 4
Archives départementales de l'Aude	OW655	1845-1924	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - Chemin de grande communication n°104 ou 4
Archives départementales de l'Aude	OW66	1930-1946	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemin départemental n°12 - Coustaussa - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW72	1930-1940	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins départementaux - Chemin départemental n°14 - Commune de Rennes les Bains
Archives départementales de l'Aude	OW748	1866-1928	Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemin de grande communication 111 ou 11 - Commune de Lastours - Projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW752	1869-1876	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - GC 111 ou 11
Archives départementales de l'Aude	OW753	1870-1928	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - GC 111 ou 11
Archives départementales de l'Aude	OW767	1863-1930	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Routes départementales et chemins de grande communication - GC 111 ou 11
Archives départementales de l'Aude	OW774	1840-1925	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 111 ou 11
Archives départementales de l'Aude	OW776	1841-1863	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12
Archives départementales de l'Aude	OW777	1866-1876	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12
Archives départementales de l'Aude	OW778	1868-1872	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12
Archives départementales de l'Aude	OW779	1873-1877	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12
Archives départementales de l'Aude	OW780	1891-1926	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12
Archives départementales de l'Aude	OW786	1855-1867	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12 - Commune de Villeneuve Minervois, projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	OW787	1880-1882	Administration et comptabilité communales - récollement - Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins de grande communication - GC 112 ou 12 - Commune de Villeneuve Minervois, projets et travaux
Archives départementales de l'Aude	Q° 355	1901 et 1937	Etude sur les crues de l'Aude: leurs causes, leurs effets, les remèdes à leurs ravages

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	Q° 737		Inondations du Midi en mars 1930. Les paisibles rivières devenues torrents de ruine et de mort.
Archives départementales de l'Aude	Q° 427	1940	Note sur les inondations d'octobre 1940 dans l'Aude et les Pyrénées Orientales (Revue des eaux et forêts)
Archives départementales de l'Aude	Q° 545	1933	Les inondations dans le département de l'Aude
Archives départementales de l'Aude	Q° 566	1326-1872	Notice historique de Notre Dame du Rosaire de Limoux
Archives départementales de l'Aude	Q° 589	1891-1933	Les basses plaines de l'Aude et de l'Hérault - Les inondations de l'Aude de 1930 à 1933.
Archives départementales de l'Aude	S118	1832-1865	Ponts et Chaussées - Routes nationales: construction, entretien et police des voies, ouvrages d'art, plantations, servitudes et droits des riverains.. - Route nationale 118 - Couiza
Archives départementales de l'Aude	S414	1843-1845	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux - Statistiques: recensement des barrages et usines établis sur les cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	S452	1859-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S458	1850-1903	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S459	1841-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S460	1849 - 1905	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S461	1849-1904	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S462	1848-1901	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S463	1849-1880	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S523	1820-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S524	1820-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S525	1820-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S526	1820-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S550	1784-1905	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S551	1847-1905	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	S552	1846-1871	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S553	1792-1907	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S554	1821-1894	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S555	1819-1900	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S556	1825-1889	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S557	1850-1869	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux - ORVIEL aux Martys - Police de l'eau, demandes d'autorisation pour aménagement du lit du cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	S558	1840-1889	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S559	1792-1900	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S591	1810-1906	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S592	1810-1906	Ponts et Chaussées - Cours d'eau et usines - Rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	S6	1822-1892	Ponts et Chaussées - Matières générales: baux à loyer, code de la route, .. , rapports annuels des ingénieurs sur la situation générale des ponts et chaussées.
Archives départementales de l'Aude	SW1075	1949-1960	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux. Fonds Préfecture
Archives départementales de l'Aude	SW1079	1949-1960	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1079	1958	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1083	1962-1963	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1089	1963	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1094	1883-1943 1955-1962	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1257	1963-1964	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - ORBIEL - Installation d'une micro-centrale
Archives départementales de l'Aude	SW1259	1883-1943 1955-1962	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1260	1961-1962	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - ORBIEL - Usine hydraulique - enquête, plans, rapport et correspondance

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW1262	1963	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux - CLAMOUX
Archives départementales de l'Aude	SW1309	1940-1956	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Inondations de 1940-1942 - Projets de réparation des dommages par commune - Décrets, circulaires, instructions, arrêtés, liquidation des dommages causés.
Archives départementales de l'Aude	SW1311	1940-1956	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Projets de réparation des dommages par commune - Décrets, circulaires, instructions, arrêtés, liquidation des dommages causés.
Archives départementales de l'Aude	SW1349	1946-1962	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Aménagement hydraulique de la Montagne Noire - Enquête d'utilité publique, dossier commun Aude Tam Haute-Garonne - Dossier des ouvrages - Consistance des travaux
Archives départementales de l'Aude	SW1350	1946-1962	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Aménagement hydraulique de la Montagne Noire - Enquête d'utilité publique, dossier commun Aude Tam Haute-Garonne - Dossier des ouvrages - Consistance des travaux
Archives départementales de l'Aude	SW1351	1946-1962	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Aménagement hydraulique de la Montagne Noire - Enquête d'utilité publique, dossier commun Aude Tam Haute-Garonne - Dossier des ouvrages - Consistance des travaux
Archives départementales de l'Aude	SW1363	1962-1967	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - CLAMOUX - Aménagement hydraulique des bassins de l'Argent-Double et de la Clamoux - 1ère et 2ème tranches de travaux.
Archives départementales de l'Aude	SW1421	1848-1856	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Correspondance de l'ingénieur en chef avec l'ingénieur ordinaire de Carcassonne.
Archives départementales de l'Aude	SW1422	1848-1860	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Correspondance de l'ingénieur en chef avec l'ingénieur ordinaire de Limoux.
Archives départementales de l'Aude	SW1586	1853-1857	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Usines et irrigations: répertoires de l'ingénieur en chef.
Archives départementales de l'Aude	SW1588	1853-1857	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Usines et irrigations: registres d'ordre de l'ingénieur en chef.
Archives départementales de l'Aude	SW160	1828-1880	Fonds de la préfecture - Affaires générales - Circulaires et instructions relevant du ministère des travaux publics (classement chronologique)
Archives départementales de l'Aude	SW1602	1853-1857	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Voirie: répertoires de l'ingénieur en chef.
Archives départementales de l'Aude	SW1684	1853-1857	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Registres de l'ingénieur ordinaire de l'arrondissement de Carcassonne: répertoires (affaires diverses)
Archives départementales de l'Aude	SW1687	1854-1859	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Registres de l'ingénieur ordinaire de l'arrondissement de Carcassonne: répertoires (hydraulique)
Archives départementales de l'Aude	SW1690	1853-1857	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Registres de l'ingénieur ordinaire de l'arrondissement de Carcassonne: registres d'ordre (affaires diverses)
Archives départementales de l'Aude	SW1693	1854-1859	Fonds des Ponts et Chaussées - Affaires générales, rapports, correspondance - Registres de l'ingénieur ordinaire de l'arrondissement de Carcassonne: répertoires (hydraulique)
Archives départementales de l'Aude	SW2018	1860-1868	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats - Rapports annuels de l'ingénieur en Chef
Archives départementales de l'Aude	SW2019	1860-1913	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude	SW2020	1860-1913	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.



Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW/2021	1860-1913	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude	SW/2022	1860-1913	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude	SW/2023	1860-1913	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude	SW/2024	1922-1925 + 1931	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats.
Archives départementales de l'Aude	SW/2260	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2261	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2262	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2263	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2264	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2265	1885	Thème 'Service Hydraulique'. Origine Ponts et Chaussées - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2266	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2267	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2268	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2269	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2270	1885-1887 ou sans date	Thème 'Service Hydraulique'. Origine Ponts et Chaussées - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2271	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2272	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2273	1885-1887 ou sans date	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - AUDE - Cartes et plans sur la rivière d'Aude (dont un profil en long)
Archives départementales de l'Aude	SW/2325	1883-1909	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique, compte-rendus annuels d'activité du service
Archives départementales de l'Aude	SW/2326	1910-1931	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique, compte-rendus annuels d'activité du service

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW2327	1910-1931	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Service Hydraulique, compte-rendus annuels d'activité du service
Archives départementales de l'Aude	SW2330	1862-1876	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique -
Archives départementales de l'Aude	SW2332	1892-1893	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Renseignements sur les curages des cours d'eau et ruisseaux effectués en 1891.
Archives départementales de l'Aude	SW2348	1862-1907	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2349	1857-1932	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2350	1851-1904	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2360	1855-1911	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2365	1851-1908	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2366	1867-1932	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2371	1842-1887	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2374	1855-1922	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Police des eaux, réglementation des cours d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2391	1859-1901	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2392	1858-1945	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau - LA CLAMOUX à Bagnols - Demandes d'aménagement des cours d'eau, plaintes réclamations.
Archives départementales de l'Aude	SW2393	1839-1933	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2394	1849-1920	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau - LA CLAMOUX à Castans, Malves, Padern, Sallèles-Cabardès, Trassanel, Villarzel-Cabardès et Villegly - Demandes d'aménagement des cours d'eau, plaintes réclamations.
Archives départementales de l'Aude	SW2395	1849-1922	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2404	1859-1887	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2405	1849-1868	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2409	1841-1907	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2410	1840-1939	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau - L'ORBIEU à Limousis, Les Martyrs, Mas-Cabardès, Miraval-Cabardès, Trèbes, Villalier, Villedubert - Demandes d'aménagement des cours d'eau, plaintes réclamations.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW2415	1834-1875	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2420	1834-1885	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - Prises d'eau.
Archives départementales de l'Aude	SW2426	1906	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - ouvrages d'art généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2427	1851-1886	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - ouvrages d'art généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2428	1887-1907	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - ouvrages d'art généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2429	1873-1897	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - ouvrages d'art généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2430	1864-1912	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - ouvrages d'art généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2433	1906	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2443	1840-1907	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2453	1816-1893	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2454	1838-1911	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2455	1821-1934	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2456	1821-1932	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2458	1841-1855	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2459	1839-1906	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - usines et moulins généralités.
Archives départementales de l'Aude	SW2518	1875	Travaux publics et transports - Canaux d'irrigation et de submersion - Barrages réservoirs d'irrigation - Rivière de la Clamoux - Etude pour l'établissement de réservoirs d'irrigation dans la commune de Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	SW2519	1892	Travaux publics et transports - Canaux d'irrigation et de submersion - Barrages réservoirs d'irrigation - Rivière de la Clamoux - Recherche de captage d'eau pour établissement d'un réservoir dans la commune de Villeneuve Minervois
Archives départementales de l'Aude	SW2520	1928-1930	Travaux publics et transports - Canaux d'irrigation et de submersion - Barrages réservoirs d'irrigation - Rivière de la Clamoux - Construction d'un barrage réservoir à Cabrespine. projet.
Archives départementales de l'Aude	SW2527	1851	Travaux publics et transports - Canaux d'irrigation et de submersion - Barrages réservoirs d'irrigation - Ruisseau de l'Orbiel - Construction d'un réservoir dans le cours supérieur de l'Orbiel au lieu dit la grande Sagne, commune des Martyrs.
Archives départementales de l'Aude	SW2608	1923-1941	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - endiguement, protection des berges, inondations.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW/2617	1937	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - endiguement, protection des berges, inondations.
Archives départementales de l'Aude	SW/2821	1895-1914	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - Routes Nationales - Grosses réparations à la suite d'inondations et de chutes de neige.
Archives départementales de l'Aude	SW/2891	1907-1932	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - Routes Nationales - Route nationale 118: Reconstruction du pont sur la Salz à Couiza.
Archives départementales de l'Aude	SW/2892	1854-1860	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - Routes Nationales - Route nationale 118: Travaux de réparation du pont sur la rivière de la Sals à Couiza
Archives départementales de l'Aude	SW/2931		Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2933	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2934	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2935	1912 -	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - AUDE - Travaux de défense des rives
Archives départementales de l'Aude	SW/2936	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2937	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2938	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2939	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2940	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau - AUDE - Travaux de défense des rives
Archives départementales de l'Aude	SW/2941	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2942	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2943	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2944	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau
Archives départementales de l'Aude	SW/2945	19ème	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - cours d'eau - AUDE - Travaux de défense des rives
Archives départementales de l'Aude	SW/2953	1931-1934	Travaux publics et transports - Direction départementale de l'Equipement - ouvrages d'art - Travaux à effectuer sur le pont
Archives départementales de l'Aude	SW/355	1936	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux - AUDE - Rapport de G.Vanneufville (politique de l'eau dans le département de l'Aude).

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives départementales de l'Aude	SW372	1883-1943 1955-1962	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW373	1894-1943	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW383	1921-1943	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW386	1921-1944	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW388	1930	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW392	1899-1931	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW633	1930-1942	Fonds de la Préfecture - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux - AUDE - Rapport de G.Vanneufville et autres.
Archives départementales de l'Aude	SW829	1940-1949	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats - Inondations de 1940-1942 - Inventaire des dégâts et travaux de réparation
Archives départementales de l'Aude	SW830	1940-1949	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats - Inondations de 1940-1942 - Inventaire des dégâts et travaux de réparation
Archives départementales de l'Aude	SW831	1940-1949	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats - Inondations de 1940-1942 - Inventaire des dégâts et travaux de réparation
Archives départementales de l'Aude	SW865	1943-1949	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW869	1907-1942	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW874	1930-1943	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW876	1915-1944	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW882	1932-1943	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW883	1930-1946	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats
Archives départementales de l'Aude	SW884	1908-1946	Fonds des Ponts et Chaussées - Navigation intérieure - rivières et ruisseaux
Archives départementales de l'Aude	SW887	1893-1895	Fonds des Ponts et Chaussées - Service Hydraulique - canaux et syndicats
Archives départementales de l'Aude	SW986	1954-1957	Fonds de la Préfecture - Service Hydraulique - Rapport de l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées - Crues du Fresquel 1957 - Curage des cours d'eau du département
Archives Nationales	F10/2291	1896	Service hydraulique: compte rendu des travaux effectués en 1896. Aisne à Loire.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives Nationales	F10/2296	1908-1911	Inondations de 1907 et de 1909-1910: réparation des dégâts, secours, travaux de défense.
Archives Nationales	F10/2300	1900-1903	Règlements d'eau et police des eaux. XIXème. Pyrénées (basses) à Seine inférieure.
Archives Nationales	F10/2301	janvier-juin 1904	Règlements d'eau et police des eaux. XIXème. Ain à Yonne.
Archives Nationales	F10/2302	juillet-août 1904	Règlements d'eau et police des eaux. XIXème. Ain à Yonne.
Archives Nationales	F10/2313	1888-1895	Etablissement des lignes de chemin de fer. Correspondance du service hydraulique avec les préfets et les ingénieurs.
Archives Nationales	F10/2791	1846-1913	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Aude. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/2792	1848-1912	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Aude. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/2793	1838-1908	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Aude. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/2794	1840-1914	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Aude. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/2795	1850-1918	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Aude. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/3035	1858-1916	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Pyrénées Orientales. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/3036	1850-1919	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Pyrénées Orientales. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/3037	1858-1922	Génie rural et hydraulique agricole. Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau. Arrêtés préfectoraux, correspondance, rapports des ingénieurs, plans. XIXème. Pyrénées Orientales. (Classement par cours d'eau).
Archives Nationales	F10/4186	1911-1930	Génie rural et hydraulique agricole. Endiguements. Projets, études subventions accordées par l'état aux syndicats pour travaux. XIXè Xxè siècles. AUDE.
Archives Nationales	F10/4187	1910-1942	Génie rural et hydraulique agricole. Endiguements. Projets, études subventions accordées par l'état aux syndicats pour travaux. XIXè Xxè siècles. AUDE.
Archives Nationales	F10/4188	1907-1943	Génie rural et hydraulique agricole. Endiguements. Projets, études subventions accordées par l'état aux syndicats pour travaux. XIXè Xxè siècles. AUDE.
Archives Nationales	F10/4286	1861-1937	Génie rural et hydraulique agricole. Endiguements. Projets, études subventions accordées par l'état aux syndicats pour travaux. XIXè Xxè siècles. PYRENEES ORIENTALES.
Archives Nationales	F10/4287	1890-1943	Génie rural et hydraulique agricole. Endiguements. Projets, études subventions accordées par l'état aux syndicats pour travaux. XIXè Xxè siècles. PYRENEES ORIENTALES.
Archives Nationales	F10/4394	1909-1939	Services de l'hydraulique et des améliorations agricoles. 1848-1945. Organisation des bureaux, personnel.
Archives Nationales	F10/4398	1848-1895	Services de l'hydraulique et des améliorations agricoles. 1848-1945. Dossier intitulé: "résultats obtenus par le service hydraulique depuis 1848 jusqu'en 1895" (principalement à l'époque du second empire).

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives Nationales	F10/4399	1923-1946	Services de l'hydraulique et des améliorations agricoles. 1848-1945. Comptes-rendu de la marche du service (1923-1946). Projet de réorganisation (1934).
Archives Nationales	F10/4402	1885-1942	Etats des cours d'eau non navigables ni flottables (1885-1942). Réserves d'eau et d'énergie (1918-1939).
Archives Nationales	F10/4403	1927-1934	Réserves d'eau et d'énergie (1927-1934). En annexe: état des usines concédées.
Archives Nationales	F10/4404	1935-1936	Réserves d'eau et d'énergie (1935-1936).
Archives Nationales	F10/4405	1917-1922	Forces hydrauliques et concessions d'usines hydro-électriques. Organisation du service. Etude sur les ressources hydrauliques de la France (1917-1922).
Archives Nationales	F10/4437	1907-1944	Forces hydrauliques et concessions d'usines hydro-électriques. Réglementation d'ouvrages (1907-1913). Autorisations d'usines et minutes d'avis du service hydraulique (1930-1944).
Archives Nationales	F10/4438	1921-1933	Forces hydrauliques et concessions d'usines hydro-électriques. Etats des usines concédées (1921-1933).
Archives Nationales	F10/4440	1903-1912	Forces hydrauliques et concessions d'usines hydro-électriques. Service des grandes forces hydrauliques: régions des Pyrénées et du Sud-Ouest. (en particulier mission du commandant Malterre, délégué du min de l'armement, 1917-1918).
Archives Nationales	F10/4443	1918-1922	Forces hydrauliques et concessions d'usines hydro-électriques. Service des grandes forces hydrauliques: régions des Pyrénées et du Sud-Ouest. (en particulier mission du commandant Malterre, délégué du min de l'armement, 1917-1918).
Archives Nationales	F10/4540	1844-1944	Police des eaux - curages. Aude 1844-1950. Objets généraux (1886-1914). Cours d'eau: Alauzes à Grau de Gazel.
Archives Nationales	F10/4541	1848-1950	Police des eaux - curages. Aude 1844-1950. Objets généraux (1886-1914). Cours d'eau: Hers à Marausson.
Archives Nationales	F10/4542	1845-1949	Police des eaux - curages. Aude 1844-1950. Objets généraux (1886-1914). Cours d'eau: Narbonne à Veyret.
Archives Nationales	F10/4769	1879-1938	Police des eaux - curages. Pyrénées Orientales 1313-1949. Objets généraux, règlements préfectoraux (1879-1938).
Archives Nationales	F10/4770	1850-1942	Police des eaux - curages. Pyrénées Orientales 1313-1949. Adou à Aude (1850-1942).
Archives Nationales	F10/4777	1855-1946	Police des eaux - curages. Pyrénées Orientales 1313-1949. Têt à Vigné del Rey (1855-1946).
Archives Nationales	F10/5714	1869-1895	Génie rural - canaux d'irrigation - Aude
Archives Nationales	F10/5759	1860-1900	Génie rural - canaux d'irrigation - Pyrénées Orientales
Archives Nationales	F10/5938	1880-1946	Génie rural et hydraulique agricole. Travaux hydrauliques: canal du Midi, usines hydrauliques, divers. 1880-1946.
Archives Nationales	F10/5939	1880-1946	Génie rural et hydraulique agricole. Travaux hydrauliques: canal du Midi, usines hydrauliques, divers. 1880-1946.
Archives Nationales	F14/10107/6		Cartes et plans de canaux - Canal du Midi

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives Nationales	F14/10107/9	1858	Cartes et plans de canaux - Canal du Midi
Archives Nationales	F14/10162/4	1789-1791	Cartes et plans de routes et ponts
Archives Nationales	F14/10168/6/1 à 3	Fin 18ème - 1812	Cartes et plans de routes et ponts
Archives Nationales	F14/11041/117 à 144	1843-1872	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/11041/145 à 168	1842-1872	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/11041/169 à 180	1873-1884	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/11041/2	1840-1843	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/11041/91 à 116	1814 - 1842	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/11052	1788-1890	Organisation du service des ponts et chaussées
Archives Nationales	F14/11053	1783-1885	Organisation du service des ponts et chaussées
Archives Nationales	F14/11195		Catalogue des plans de ponts de la direction des ponts et chaussées.
Archives Nationales	F14/11463		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - BONAFIOUS
Archives Nationales	F14/11464		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - BOUFFET
Archives Nationales	F14/11471		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - DELLON
Archives Nationales	F14/11537		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - CORNAC
Archives Nationales	F14/11604		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - REBUFFEL
Archives Nationales	F14/13886	1871-1872	Plans de traverses de routes nationales - Aude - RN 118 d'Albi à l'Espagne
Archives Nationales	F14/14179	1846-1871	Plans de traverses des routes départementales - Aude
Archives Nationales	F14/14722	1930-1933	Travaux d'entretien et d'amélioration des canaux et rivières. Divers. Réparation de dommages causés par les inondations. Inondations du sud-ouest en 1930. Reconstitution des départements inondés du midi (1930-1933).
Archives Nationales	F14/14733	1877-1933	Service central hydrologique - Annonce des crues (1853-1936). Bassin du Tech, de la Têt et de l'Agly (1877-1910, 1931, 1933).



Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives Nationales	F14/17535 à 17585	1888-1939	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/17586 à 17642	1882-1939	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/17643 à 17683	1900-1940	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/17684 à 17762	1882-1938	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/17765 à 17819	1882-1940	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/17820 à 17853	1907-1940	Registres d'enregistrement des affaires soumises au Conseil Général des Ponts et Chaussées.
Archives Nationales	F14/21019	1874-1937	Organisation et fonctionnement des services extérieurs des ponts et chaussées - Services Ordinaires - Département de l'Aude
Archives Nationales	F14/21059	1830-1933	Organisation et fonctionnement des services extérieurs des ponts et chaussées - Services Ordinaires - Département des Pyrénées Orientales
Archives Nationales	F14/21083		Organisation et fonctionnement des services extérieurs des ponts et chaussées - Services Navigation - Service du canal du midi et du canal latéral à la Garonne
Archives Nationales	F14/2173/1	1851-1858	Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - BLESCHAMP Octave
Archives Nationales	F14/2175/2		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - BORDAS
Archives Nationales	F14/2181/2		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - BRETON
Archives Nationales	F14/2214/2	1962-1968	Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - DORE Constant
Archives Nationales	F14/2264/2	1858-1862	Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - LEMERCIER DE MORIERE Anatole
Archives Nationales	F14/2273/2		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - MAILLEBAU
Archives Nationales	F14/2324/2	1858-1866	Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - SIMONNEAU Achille
Archives Nationales	F14/2338/1		Ingénieurs des Ponts et Chaussées - Dossiers individuels - VIDALOT
Archives Nationales	F14/6075	1833-1873	Moulins et usines situés sur des cours d'eau non navigables ni flottables - Département de l'Aude
Archives Nationales	F14/6077	an 12-1863	Moulins et usines situés sur des cours d'eau non navigables ni flottables - Département de l'Aude
Archives Nationales	F14/6078	1817-1869	Moulins et usines situés sur des cours d'eau non navigables ni flottables - Département de l'Aude

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Archives Nationales	F14/6529	1821-1866	Travaux publics - versement de 1909. Rivières. Aude.
Archives Nationales	F14/6965	An VIII-1828	Travaux publics - versement de 1909. Canaux. Canal du Midi. Départements divers.
Archives Nationales	F14/6966	1836-1863	Travaux publics - versement de 1909. Canaux. Canal du Midi. Départements divers et Hérault.
Archives Nationales	F14/6967	1858-1891	Travaux publics - versement de 1909. Canaux. Canal du Midi. Affaires diverses.
Archives Nationales	F14/7548	1856-1858	Travaux publics - versement de 1909. Inondations - Renseignements sur les inondations demandés par la circulaire du 26 Juillet 1856.
Archives Nationales	F20/629	1851	Statistique des incendies, épizooties, grêle et inondations - année 1851
Archives Nationales	F20/630	1852	Statistique des incendies, épizooties, grêle et inondations - année 1852
Archives Nationales	F20/632	1853-1856	Correspondance relative aux sinistres (1853-1856) épizooties, grêles et inondations (1853).
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.11232/C588 BIS	1873-1891	Bulletin météorologique du département des Pyrénées Orientales années 1872 à 1882, 1886, 1888 et 1890.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.11608	1875	Perturbations atmosphériques de la saison chaude de l'année 1875. Inondations du Midi de la France.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.11608	1876	Les crues des principales rivières de France en mars 1876.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.20252/C1078		Hydrologie hydrométrie et annonce des crues
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.24881/C1300	1900	Canaux de submersion construits dans le département de l'Aude; Canaux de submersion dérivés du canal du Midi (départements de l'Aude et de l'Hérault).
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	4.9046	1818	Essai historique sur les états généraux du Languedoc..
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.15570/C830	1881	Les Pyrénées Orientales et leur hydrologie
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.16155/C855	1877	Services que peuvent rendre les barrages réservoirs pour atténuer les crues, développer les irrigations et combattre le phylloxera.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.16163/C856	1883	Réservoirs et canaux d'arrosage à construire dans les vallées de l'Agly, de la Têt et du Tech. Etude préparatoire.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.18009/C947	1886	Méthode et procédé de jaugeage rapide et approximatif des crues
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.22409/C1201	1908	Etat des Services d'Annonce des Crues et de mouillages.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.29119	1930	Les inondations de mars 1930 dans le sud et le sud-ouest de la France.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	8.4918	1763-1862	Les inondations en France depuis le VI <sup>ème</sup> siècle
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.1046	1790	Precis historique des ouvrages exécutés en Languedoc depuis l'établissement des ponts et chaussées dans cette province.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.1102	18**	Météorologie
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.1650	An XIII	Méthode pour jauger une rivière par la connaissance d'une seule de ses sections transversales dans une partie du lit où les sections sont variables.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.2303	1866	De l'influence des forêts sur les crues des rivières
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.233 - TOME 4	18**	De la vitesse de l'eau dans les rivières avec exemples
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.2898	An VI	Département de l'Aude. Rapport général sur les canaux de Narbonne et de la Robine.
Bibliothèque de l'ENPC - Fonds historique	MS.FOL.3169	1879	Atlas hydrométrique
Bibliothèque Nationale de France	4-S-9804	1987	Inventaire des documents sur les inondations dans les Pyrénées Orientales - La Côte Vermeille
Bibliothèque Nationale de France	8-F-36771	1 Avr. 1930 - 15 Mars 1931	Bulletin des régions inondées du midi de la France
Bibliothèque Nationale de France	8-V-106924	1993	Les inondations d'Octobre 1940 dans les Pyrénées Orientales: témoignage des instituteurs du Département
Bibliothèque Nationale de France	L19-194	1930	La rivière d'Aude et les inondations de 1930. L'Outillage national applicable pour l'amélioration du régime de la rivière.
Bibliothèque Nationale de France	LB56-614	1856	Détails sur les affreuses inondations de plusieurs départements du midi de la France, les 30 et 31 Mai 1856.
Bibliothèque Nationale de France	LB57-9251	1888	Les inondations du midi de la France - Résumé complet d'après les journaux.
Bibliothèque Nationale de France	LK2-6478	1929	Société d'études scientifiques de l'Aude. Note sur les inondations des 12 et 13 septembre dans le Minervois.
Bibliothèque Nationale de France	LK7-27885	1891	Inondation des 24-25 Octobre 1891. Exposé de transformations et de défenses à établir contre toute nouvelle crue de l'Aude.
Bibliothèque Nationale de France	LL35-461	1876 - 1915	Les inondations dans les Pyrénées Orientales à travers la presse et les écrits locaux: à la fin du 19 <sup>ème</sup> Siècle et au début du 20 <sup>ème</sup> Siècle
Bibliothèque Nationale de France	RES ATLAS-Z-52	1843	Désastres épouvantables causés par d'effrayantes inondations qui viennent de jeter la consternation dans les départements de l'Aude et de l'Hérault ..
Bibliothèque Nationale de France	V-42499	1821	Mémoire sur les cours d'eau et les canaux d'arrosage des Pyrénées Orientales.
Bibliothèque Nationale de France	VP-15953	1833-1868	De la pluie dans les Pyrénées Orientales (Extrait du XVI <sup>ème</sup> bulletin de la Société Agricole, Scientifique et Littéraire des P.O.)

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
DDE de l'Aude		1755 - 1900	Renseignements sur les crues de l'Aude dossier n°1
DDE de l'Aude		1789 - 1942	Crues des rivières d'Aude et d'Orbieu antérieurement à 1942
DDE de l'Aude		1820 - 1978	Relevés de crues historiques aux différentes échelles
DDE de l'Aude		1891 - 1912	Rivière d'Aude - Observation des crues - Carcassonne Puichéric
DDE de l'Aude		1900 - 1944	Renseignements sur les crues de l'Aude dossier n°2
DDE de l'Aude		1911 - 1939	Ponts et Chaussées - arrondissement de Narbonne - Observations pluviométriques
DDE de l'Aude		1932 - 1939	Bassin de l'Aude - Registre des crues
DDE de l'Aude		1938 - 1957	Registre de crues
DDE de l'Aude		1945 - 1969	Renseignements sur les crues de l'Aude dossier n°3
DDE de l'Aude		1953 - 1971	Registre de crues
DDE de l'Aude		1972 - 1981	Graphiques des crues
DDE de l'Aude		1972 - 1982	Registre de crues
DDE de l'Aude		1982 - 1986	Dossier Janvier 1982 à Octobre 1986
DDE de l'Aude	170	1967 - 1972	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	171	1972 - 1977	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	172	1977 - 1982	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	173	1983 - 1987	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	174	1988 - 1995	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	175	1996 - 2002	Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel
DDE de l'Aude	180	1963-1967	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
DDE de l'Aude	181	1968-1970	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux
DDE de l'Aude	182	1970-1975	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux.
DDE de l'Aude	183	1975-1980	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux.
DDE de l'Aude	184	1980-1984	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux.
DDE de l'Aude	185	1985-1989	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux.
DDE de l'Aude	186	1990-1992	Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Ciamoux.
DDE de l'Aude	20	1968-1973	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	21	1974-1977	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	22	1978-1982	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	23	1983-1987	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	24	1988-1993	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	240	1962 - 1970	Limnigraphes archivés pour la station de Leuc sur le Lauquet
DDE de l'Aude	241	1970 - 1976	Limnigraphes archivés pour la station de Leuc sur le Lauquet
DDE de l'Aude	25	1994-1999	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	26	1999-	Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	40	1967-1970	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	41	1971-1974	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	42	1975-1978	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	43	1979-1983	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	44	1984-1988	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
DDE de l'Aude	45	1989-1993	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	46	1994-2001	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	47	2002-	Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	Bureau de Mr DEVOS	1850 - 1940	Profilis en long - Aude et affluents
DDE de l'Aude	Bureau de Mr DEVOS	1891-1992	Repères de crue
DDE de l'Aude	Bureau de Mr DEVOS	1891-1992	P.H.E.C. (Plus Hautes Eaux Connues), Repères de crues. Bassin Versant de la Salz.
DDE de l'Aude	Bureau de Mr DEVOS	1891-1999	P.H.E.C. (Plus Hautes Eaux Connues), Repères de crues. Bassin Versant du Lauquet.
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues	1727-1992	Lauquet 1727-1959, 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2002.
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'	1872-1992	Station de Couiza
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'	1891-1992	Salz 1800-1899, 1930-1939, 1940-1949, 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2002.
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'	1933-1966	Relevés d'observations de la station de Couiza sur la Salz
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'	1937-1952	Service d'annonce des crues - Rivière de la Salz - Station de Couiza - relevés de crues
DDE de l'Aude	Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'	1992	Crue de la Salz du 26 Septembre 1992. Etude hydrologique, rapport du sac de l'Aude, n° spécial inondations d'équip'info.
DDE de l'Aude	Bureau eau et prévention des risques ouest		PSS de l'Orbiel-Clamoux et du Trapel.
DDE de l'Aude	Bureau eau et prévention des risques ouest		DCS Risques Majeurs - Haute Vallée et Basses plaines de l'Aude
DDE de l'Aude	Bureau eau et prévention des risques ouest		PSS du Lauquet.
DDE de l'Aude	Bureau eau et prévention des risques ouest	récent	DCS Risques Majeurs - Bassin de l'Orbiel - Clamoux
DDE de l'Aude	Bureau exploitation		Réseau hydrométrique du bassin de l'Aude. Station de Leuc sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	Bureau exploitation	1963-1992	Réseau hydrométrique du bassin de l'Aude. Station de Villeneuve Minervois sur la Clamoux
DDE de l'Aude	Bureau exploitation	1964-2003	Réseau hydrométrique du bassin de l'Aude. Station de Lastours sur l'Orbiel.

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
DDE de l'Aude	Bureau exploitation	1964-2003	Réseau hydrométrique du bassin de l'Aude. Station de Saint Hilaire - Le Pech sur le Lauquet.
DDE de l'Aude	Bureau exploitation	1965-2003	Réseau hydrométrique du bassin de l'Aude. Station de Cassaignes sur la Salz.
DDE de l'Aude	Bureau exploitation - Boite archive 'Divers'	1960-	
DDE de l'Aude	Bureau exploitation - Boite archive 'Leuc Lauquet'	1891-1975	Leuc (Lauquet) 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979, Graphe Leuc, Graphe Saint Hilaire, registres de crues.
DDE de l'Aude	Bureau prévention des risques - Salle archives	1891-1992	Plan de prévention des risques d'inondation - Commune de Rennes les Bains
DDE de l'Aude	Bureau prévention des risques - Salle archives	1891-1999	Plan de prévention des risques d'inondation du Lauquet
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1039	~1950-1962	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Hydrométrie: instrumentation - techniques de jaugeage
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1040	1929-1964	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Hydrométrie: instrumentation - techniques de jaugeage
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1041		Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Mesures et débits
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1044	~1900-1950	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Hydrologie générale
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1045		Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Hydrologie générale
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1048	1814-1962	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Hydrologie statistique
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1049	1933-1953	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Crues et types de temps
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1051	~1900-1960	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Tapuscrits "très grandes crues" de M.PARDE
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1069	1930-1936	Dossiers scientifiques généraux - Hydrologie - Aménagement hydraulique: barrages
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1091	~1800-1920	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par pays - France
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1138		Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par Cours d'eau - Orb, Hérault
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1148		Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par Cours d'eau - Tarn
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1149		Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par Cours d'eau - autres cours d'eau Français
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1151	1910-1968	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - coupures de presse et photographies

Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1152	1951-1957	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - France: crues 1951-1957
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1158	1958	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Cévennes (France)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1159	1880-1958	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Cévennes (France)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1160	1820-1963	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Cévennes (affluents sauf Ardèche) (France)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1166	1930	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - bassin de la Garonne et du Tarn
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1167	~1900-1950	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Lot, Tarn
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1174	1917-1940	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Aude et Pyrénées Orientales 1940
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1175	1930-1947	Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - Têt, Tech, Agly
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1191	1921-1954	Activités pédagogiques et scientifiques - Tirés à part de M.PARDE
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1192	1954-1962	Activités pédagogiques et scientifiques - Tirés à part de M.PARDE
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1193	1962-1967	Activités pédagogiques et scientifiques - Tirés à part de M.PARDE
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1194	1936-1967	Activités pédagogiques et scientifiques - Tirés à part de M.PARDE
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1201	1930-1959	Correspondance
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1202	1960-1965	Correspondance
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	1203	1966-1972	Correspondance
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2203	1954	Ouvrages - Sur les coefficients et déficits d'écoulement des très grandes crues, de M.PARDE; Annales de l'Institut Polytechnique de Grenoble
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2510	1905-1916	Direction générale des Eaux et Forêts - Service des grandes forces hydrauliques - région du sud-ouest. Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude (s.d.)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2511	1911-1912	Direction générale des Eaux et Forêts - Service des grandes forces hydrauliques - région du sud-ouest. Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude (1911 et 1912)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2512	1915-1916	Direction générale des Eaux et Forêts - Service des grandes forces hydrauliques - région du sud-ouest. Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude (1915 et 1916)
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2514	1917-1918	Direction générale des Eaux et Forêts - Service des grandes forces hydrauliques - région du sud-ouest. Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude (1915 et 1916)



Fonds d'archives	Côte	Période	Intitulé du document
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2629	1704-1876	Ouvrages - Observations pluviométriques faites dans la France méridionale (Sud-Ouest, Centre, et Sud-est) de 1704 à 1870.
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2633	1911	Ouvrages - Ministère de l'Agriculture - Direction Générale des Eaux et Forêts - Restauration et conservation des terrains en montagne 3ème partie, 1911
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2695	1958	Ouvrages - Hydrologie de l'Hérault, fleuve côtier Méditerranéen
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	2826	~1900-1953	Ouvrages - Cinquième circonscription électrique - Hydrologie: débits écoulés. Bassin du Haut Tarn (jusqu'à l'usine du Pinet); Tome 1
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	3035	1962-1963	Tirés à part - L'Hiver 1962-1963 en Bas-Languedoc et Roussillon
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	3044	1959	Tirés à part - Sur les coefficients des fonctions exponentielles reliant les débits maxima de crues aux aires des bassins versants
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	3074	1930	Tirés à part - Les inondations de Mars 1930 dans le sud-ouest de la France et leurs conditions météorologiques
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	3208	1959	Tirés à part - La forte pluviosité de l'automne 1959 à Banyuls conséquences sur l'érosion des sols
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	PS1	1969 - 1979	Publications en série - Annuaire national des débits de cours d'eau
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	PS133	1964 - 1969	Publications en série - Cahiers ORSTOM. Série hydrologie.
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	PS2	1939 - 1968	Publications en série - Annuaire hydrologique de la France
Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	PS3	1951 - 1968	Publications en série - Annuaire des stations de jaugeage exploitées par les circonscriptions électriques (61-68) et liste des stations EDF (51-54)

Annexe B :  
Etats des Références documentaires,  
par cours d'eau



## Bassin de la Clamoux

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 123</b>	<b>Que d'eau! Que d'eau! Ou les inondations à Villegly.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte I79PERI
1772 1930	Description de plusieurs crues historiques à Villegly: 1772 (maisons du village envahies), 1808, 1874 et 1875 (ds les 2 cas l'eau envahit le presbytère), 1891 (1 mètre à côté du bénitier), 1906(l'eau atteint les marches de l'autel) et 1930.		
<b>Reference 51</b>	<b>Les inondations dans le département de l'Aude</b>		Archives départementales de l'Aude Côte Q°545
1783 1932	Plusieurs événements historiques cités avec infos sur les affluents. 3 nov. 1783 pont de Saptès emporté, gros dégâts sur ceux de Conques et Villalier. 11 nov. 1788 pont de Villalier emporté. Egalement 15 Nov 1807, 1-11 nov 1808, mars 1930 et déc 1932.		
<b>Reference 109</b>	<b>Commune de Villegly - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1788 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1891, 1906, 1930, et 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue et récits issus d'un ouvrage de J.BENIT sur l'histoire de Villegly.		
<b>Reference 222</b>	<b>Statistiques - Crues de 1872 1874 1876 1891 - Observations faites et consignées sur profils et OA .</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1820 1891	Quatre plans: deux (A et B) avec cotes de 1872 et 1891 sur un très grand nombre d'ouvrages, en particulier sur Salz, Lauquet, Orbiel, Clamoux, Argent Double; un (plan C) avec cotes de 1874 sur le Trappel uniquement; un (plan D) avec cotes de		
<b>Reference 124</b>	<b>Etude de la politique de l'eau dans le département de l'Aude.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2024
1820 1930	Etude générale faisant suite à la crue de 1930. Contient des éléments descriptifs du déroulement des crues de 1891 et 1930, incluant pluviométrie, et détail des affluents à l'origine de chaque crue. Cotes pour l'Orbiel en 1930 (6 à 7 m à Lastours).		
<b>Reference 172</b>	<b>Série sur les usines et moulins - Clamoux à Bouilhonnac Cabrespine, Castans et Villeneuve.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2443
1835 1907	Plan de 1861 faisant apparaître la passerelle en amont du pont de Cabrespine (section 10,8m x 3,8m + 3m x 2,65m). Plan de 1850 avec côte de la crue de 1844 à Villeneuve au niveau du pont emporté en 1999.		
<b>Reference 174</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Prises d'eau. Clamoux à Cabrespine.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2393
1839 1933	Beaucoup de demandes de 1860 pour conservation d'ouvrages existant. Plan de 1866 sur lequel la passerelle en amont du pont de Cabrespine n'apparaît pas. Une plainte de 1891 en raison d'un barrage ayant résisté à la crue.		
<b>Reference 160</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Clamoux à Cabrespine</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S459
1841 1907	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux, avec plans. Avec profil en long et sections dans la traversée de Cabrespine. Un plan de 1857 indiquant un niveau de hautes eaux (section faible ~10M²).		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 276</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin de grande communication n°111 ou 11 à Villeneuve</b>		Archives départementales de l'Aude Côte OW774
1842 1897	Projet initial du GC n°11 avec description sommaire du pont prévu sur la Clamoux (1842); plan de Villeneuve en 1897 avec tracé du GC n°11 passant par le pont aval (pont du couvent devenu chemin vicinal ordinaire n°3 dit 'de Trassanel').		
<b>Reference 129</b>	<b>Désastres épouvantables causés par d'effrayantes inondations qui viennent de jeter la consternation</b>		Bibliothèque Nationale de France Côte RES ATLAS-Z-52
1843 1843	Dégâts occasionnés par la Cesse (14 maisons et pont en fil de fer détruits à Bize, une dizaine à Sallèles), l'Orbieu (territoire de Lagrasse ravagé), l'Aussou (20 maisons écroulées à Ornaisons), Argent-Double (cimetière de Peyrac), l'Ognon et l'Agly.		
<b>Reference 158</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Clamoux à Villeneuve</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S462
1848 1901	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux, avec plans. Crues de 1891 et/ou 1892 citées (barrages détruits); coupe du pont du couvent en 1878 avec côte de 1874; profils en long du secteur amont du pont CD112.		
<b>Reference 159</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines"-Partie rivières et ruisseaux- Clamoux à Cabrespine Villeneuve et autres</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S463
1849 1880	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux, avec plans. Contient des profils en long détaillés dans les gorges entre Cabrespine et Villeneuve, et à l'aval de Villeneuve. Règlement général des eaux projeté en 1849 non présent.		
<b>Reference 157</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Clamoux à Villeneuve</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S461
1849 1904	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux. Avec plans, dont un confirme l'existence du couvent, du pont en des maisons à l'aval en 1879; autre plan donnant la côte de 1844 sous le pont D111 emporté en 1999; une coupe du pont D620.		
<b>Reference 161</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Clamoux à Cabrespine</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S460
1849 1905	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux. Avec profils en long et sections, indiquant une passerelle en amont du pont dans la traversée de Cabrespine en 1861 (section 40m²). Crue de 1891 évoquée (dans une plainte), sans niveau.		
<b>Reference 175</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Prises d'eau. Clamoux à Villeneuve.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2395
1849 1922	Demandes pour maintien ou construction de barrages de dérivation sur le cours de la Clamoux. Avec plans et profils. Reconstruction d'un barrage endommagé par les crues de 1862.		
<b>Reference 162</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Clamoux à Villegly, Malves, Bagnoles ..</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S458
1850 1903	Demandes de particuliers pour aménagements du lit de la Clamoux, avec plans. Une inondation de 1686 citée. Contient plans et profils en long dans le secteur de Castans par exemple. Projet de redressement de la Clamoux au château de Villegly (1861).		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 179</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2427
1851 1886	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique la capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois un niveau de crue historique. Incl. fixation du débouché du pont de Bize sur la Cesse 1876-1881.	
<b>Reference 130</b>	<b>Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux' - Inondations: relevés ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 7M125
1851 1890	Relevés par cours d'eau et communes des inondations avec montant des indemnités demandées. Evénements marquants sur les affluents: 31/05/1855 Argent Double, 18/03/1856 Cesse, 18/09/1862 Lauquet, 15/08/1862 Orbiel et Clamoux, 1880 Verdoube, etc..	
<b>Reference 167</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Clamoux à Villeneuve Minervois</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2350
1851 1904	Demandes d'aménagement du cours d'eau, plaintes, réclamations. Notes sur la reconstruction des ponts de Villegly emporté en 1891 et du couvent de Villeneuve en 1925. Coupe du pont du couvent en 1888 avec côte de 1874; reconstruction de mur emporté en 1921	
<b>Reference -811440340</b>	<b>Voirie vicinale Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW4918
1853 1887	Chem. de gde comm. n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières - Travaux et alignements - Inclut la constr. de la partie entre Sallèles et Villeneuve, avec les plans du pont sur la Clamoux (1874, sans côte HE ni rapp. justificatif de l'ouverture)	
<b>Reference 1581131495</b>	<b>Chemin de grande communication n°112 ou 12 - Commune de Villeneuve Minervois - Projet et travaux</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW786
1855 1867	Construction de la voie; plans, et acquis. des terrains (1855-1863). Dont plans du pont sur la Clamoux à l'amont de Villen. (1863), avec niv. des PHEC, sur profil en travers et également profil en long. Le rapp. sur le choix de la sect. n'est pas présent.	
<b>Reference 166</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Clamoux à Bagnoles, Malves, Cabrespine ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2349
1857 1932	Demandes d'aménagement du cours d'eau, plaintes, réclamations. Plans de la traversée de Cabrespine en 1866, la passerelle indiquée en 1861 ne l'est plus.. Pont de Bagnoles endommagé en 1891.. Plan du même pont en 1864 avec côtes PHE 1855, 1804, 1820, 1834.	
<b>Reference 165</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Ceize et Cesse entre autres</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2348
1862 1907	Demandes d'aménagement des cours d'eau, plaintes, réclamations. Plans de la Ceize dans Villegly avec côtes des crues des 11/10/1906 et 25/01/1907, crue de 1891 évoquée, coupe du pont du CD620.	
<b>Reference 250</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op3197
1874 1921	Avec plans successifs de la voirie vicinale. Le pont du couvent servait au départ au chemin de GC n°11 (1874), puis a été intégré au chemin vicinal n°3. Des réparations citées sur la voirie après les crues de 1907 et 1921; élargissement du pont en 1896.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 178</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2428
1887 1907	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique de l'ouverture des ouvrages et de leur capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois le niveau de la plus forte crue historique.		
<b>Reference 277</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Villeneuve Minervois - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op3199
1887 1907	Ch. vicinal n°3: demande de modif. du pont-vieux sur la Clamoux (1896), avec description du pont, puis projet de modif. du tracé pour éviter le passage au niveau du pont (1906-1907), avec plan; classement du ch. vic. n°1 dans le ch. de gde comm n°112.		
<b>Reference 1463659197</b>	<b>Voirie vicinale Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières</b>		Archives départementales de l'Aude Côte OW4919
1888 1936	Chemin de grande communication n°111 ou 11 de Cuxac Cabardès à Ferrals des Corbières - Travaux et alignements - Dont réparation des dégâts causés au pont sur la Clamoux par les crues en 1921 et 1934. Sans indications sur le niveau atteint par ces crues.		
<b>Reference 103</b>	<b>Commune de Bouilhonnac - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1891 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999, avec quelques repères de crues.		
<b>Reference 106</b>	<b>Commune de Malves en Minervois - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1891 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999.		
<b>Reference 185</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine Préfecture - CLAMOUX</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW373
1894 1943	Communes de Cabrespine et Villeneuve seules examinées. Demandes de reconstruction de murs de protection des berges emportés en 1930. Contient une coupe du pont du couvent de Villeneuve datant de nov. 1921.		
<b>Reference 110</b>	<b>Commune de Villeneuve Minervois - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1902 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1902, 1921, 1930, 1940, 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue.		
<b>Reference 125</b>	<b>Note sur les inondations des 12 et 13 Septembre dans le Minervois.</b>		Bibliothèque Nationale de France Côte LK2-6478
1929 1929	Forte pluie (70 mm du 10 au 12, puis 'trombes d'eau' le 12), sur Montagne Noire et Causses Minervois. Crues de l'Argent Double, Cesse (mise en charge du gd pont de Minerve de 34mx4,3m), et Ognon(ts les ponts endommagés, + de 2 m d'eau ds qq maisons).		



Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 15</b>	<b>Les inondations de Mars 1930 dans le sud et le sud ouest de la France</b>	Institut de Géographie Alpine - Côte 1191 Fonds M.Pardé
1930 1930	Contient un article de PARDE avec données pluvio, description des dégâts occasionnés par les affluents montagne noire (Orbiel Clamoux Argent Double), et côtes à Villedaigne sur l'Orbiel: 7m30 contre 7m00 en 1891, 1920, 1921 et 7m56 en 1900.	
<b>Reference -1168788647</b>	<b>Thème 'Météorologie' - Instructions, correspondance, observations.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 13M790
1930 1940	Dont qq rapports sur les inondations de 1930, 32, et 33, la pluvio ayant causé ces inond., et le lien avec le déboisement. Quelques relevés pluvios mensuels pour 1935-38. Gestion des pluvios du département (dont beaucoup semblent mal placés 1933)	
<b>Reference 148</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 13M770
1930 1940	Rapports donnant de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents avec les dégâts occasionnés et souvent les niveaux atteints. Indications également sur le taux de boisement des bassins versants.	
<b>Reference 180</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. CEIZE à Villegly construct. pont submersible.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW1079
1930 1958	Construction d'un pont submersible, avec plans et analyse de la modification de la ligne d'eau pour la crue de 1930, dont la côte est donnée et le débit estimé à 35 m3/s.	
<b>Reference 108</b>	<b>Commune de Villalier - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue.	
<b>Reference 104</b>	<b>Commune de Cabrespine - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999.	
<b>Reference 280</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin départemental n°111</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW188
1934 1934	Chemin départemental n°111 - Ville neuve Minervois: projets et travaux - Réparation du pont sur la Clamoux suite aux inondations d'avril 1934, avec coupe du pont mais pas de côte PHE indiquée.	
<b>Reference 72</b>	<b>Profil en long de la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1934 1934	Avec indication des échelles et du niveau du fil d'eau.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 26</b>	<b>Registre de crues</b>		DDE de l'Aude Côte
1953 1971	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations de Couiza Limoux Carcassonne Pezens Puichéric Moussoulens (Aude), Couiza (Salz, copiés), Leuc (Lauquet, copiés), Lagrasse (Orbieu) et Mirepeisset (Cesse). Quelques rares niveaux sur Orbiel et Clamoux		
<b>Reference 253</b>	<b>Courriers divers relatifs à la création ou l'abandon de stations de jaugeage.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boite archive 'Divers'
1960 1968	Descriptif des stations hydrométriques principales et secondaires en 1968. Abandon déjà prévu des stations de Couiza et Leuc en 1961.		
<b>Reference 224</b>	<b>Repères de crue - Novembre 1962.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1962 1962	Localisation des repères de crues posés suite à la crue de Novembre 1962. Avec cartes générales et croquis pour chaque repère posé. Rivières d'Aude, Lauquet, Bretonne, Orbiel/Clamoux, Verdoubie, Cesse, Orbieu		
<b>Reference 989257855</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique'. Origine Préfecture - Aménagement hydraulique de la CLAMOUX</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW1363
1962 1967	Amén. hydr. de la Clamoux, suite aux dégâts causés par les inond. de nov. 1962 - 1ère et 2ème tranches de travaux - Projet incluant des réparations et protection du lit. Plans mais pas de côtes PHE indiquées. Indications sur la pluviométrie (copiées)		
<b>Reference 54</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux</b>		DDE de l'Aude Côte 180
1963 1967	Limnigraphes sur toute la période à compter d'octobre 1963. Interruption pour travaux de construction d'un seuil et d'une nouvelle échelle en Juillet-Août 1966. Hauteur limitée à 3,00 m.		
<b>Reference 61</b>	<b>Station de Villeneuve Minervois sur la Clamoux - Renseignements</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1963 1992	Informations concernant l'installation, la position et les caractéristiques de la station. Avec notamment photos du site, profil en travers, côte du zéro de l'échelle, surface drainée, etc...		
<b>Reference 62</b>	<b>Station de Villeneuve Minervois sur la Clamoux - Jaugeages</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1963 1992	Détail des jaugeages effectués et courbe de tarage issue de ces jaugeages.		
<b>Reference 1105709367</b>	<b>Préfecture - Economie, subventions et comptabilité de l'Etat - Syndicat intercomm. de la Clamoux</b>		Archives départementales de l'Aude Côte I322W87
1966 1974	Syndicat intercomm. de la Clamoux - aménagements hydrauliques div., dont recalibrages. La crue de projet ne fait pas réf. aux crues hist., elle est calc. avec la form. de RICHARDS: 128 m3/s (pour la crue décennale), d'où le choix d'une section de 30 m².		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 55</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 181
1968 1970	Limnigraphes sur toute la période. Changement de l'appareil de mesure en 1970, sans incidence visible sur les côtes mesurées.	
<b>Reference 194</b>	<b>Annuaire national des débits de cours d'eau</b>	Institut de Géographie Alpine - Côte PS1 Fonds M.Pardé
1969 1979	Stations publiées: l'Agly (Mas de Jau - Estagel), l'Aude (Puyvalador, Belvianes, Carcassonne, Moussoulens, Puichéric), Le rébenty, La Cesse (Cantinergues et Ferrals), L'Orbieu (Luc), La Clamoux (Villeneuve), L'Argent-Double (Caunes), La Berre (Ripaud)	
<b>Reference 56</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 182
1970 1975	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 1329973420</b>	<b>Economie, subventions de l'Etat - Travaux communaux - Villeneuve Minervois: Pertes de la Clamoux</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 1396W305
1972 1972	Pertes de la Clamoux. Pas d'infos sur les crues mais une étude hydrogéologique très intéressante (1972) . Plusieurs veines karstiques permettraient une circulation d'eau depuis l'Argent Double vers la Clamoux, puis de la Clamoux vers l'Orbiel	
<b>Reference 57</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 183
1975 1980	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 58</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 184
1980 1984	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 59</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 185
1985 1989	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 60</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Villeneuve-Minervois sur la Clamoux.</b>	DDE de l'Aude Côte 186
1990 1992	Limnigraphes sur toute la période. Arrêt de la station le 29/07/1992.	

## Bassin de l'Orbiel

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 142</b>	<b>Une crue de l'Argent Double (Note tirée d'un registre de notaire en date de 1566).</b>	Archives départementales de l'Aude Côte I79PERI
1566 1566	Relate une crue du 13 octobre 1566, et les dégâts occasionnés: sur l'Argent Double, plusieurs moulins emportés (cités en détail), et 2 ponts 'à l'endroyct de l'ospylal' et au 'lieu de Ryeus'; sur le rec d'Alsou et l'Orbiel (à Conques) ponts emportés égal	
<b>Reference 53</b>	<b>Les inondations à Trèbes</b>	Archives départementales de l'Aude Côte I78PERI
1673 1992	Historique des évs avec qq infos sur les niveaux d'eau. Le 6 oct 1820, 7,40 m à Carcassonne, et plusieurs repères indiqués à Trèbes. Autres dates: 1673, 1740 (Orbiel concerné), 1755, 1756, 1766, 1772, 1780, 1788, 1797. Egal 1930, 1940 et 1992.	
<b>Reference 51</b>	<b>Les inondations dans le département de l'Aude</b>	Archives départementales de l'Aude Côte Q°545
1783 1932	Plusieurs événements historiques cités avec infos sur les affluents. 3 nov. 1783 pont de Saptès emporté, gros dégâts sur ceux de Conques et Villalier. 11 nov. 1788 pont de Villalier emporté. Egalement 15 Nov 1807, 1-11 nov 1808, mars 1930 et déc 1932.	
<b>Reference 156</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Conques</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S550
1784 1905	Demandes de particuliers pour aménagements divers dans le lit de l'Orviel: barrages, prises d'eau, canaux, passerelles, .. Depuis la reconstruction du pont de Montplaisir en 1784; contient le règlement général des eaux (~1850) mais sans le profil en long.	
<b>Reference 155</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Trèbes et Villalier</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S559
1792 1900	Demandes de particuliers pour aménagements divers dans le lit de l'Orviel .. Deux plans de 1872 et 1900 avec profils indiquant la côte des PHEC (impossibles à dater), un plan avec côte PHE de 1855 (faible), et un profil du pont de Villalier avec cote 1874	
<b>Reference 153</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Les Ilhes.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S553
1792 1907	Demandes de particuliers pour conserver ou établir des barrages et dérivations et/ou des aménagements. Une crue citée le 11 oct 1906, ayant détruit un barrage. Une demande pour construction d'une passerelle (1868) avec un 'niveau de hautes eaux'.	
<b>Reference 199</b>	<b>Moulins et usines situés sur des cours d'eau non navigables - Département de l'Aude - Orbiel</b>	Archives Nationales Côte F14/6077
1800 1863	Une crue à Conques en 1793; rapports liés à celui de l'agent voyer en 1939 (usines Roger): critique des résultats en 1940 par ing. Ord. copié, plans de 1847 donnant la coupe des deux retenues de cette usine (peut être comparaison possible avec crue 1930).	
<b>Reference 477463633</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Les Ilhes - Voirie vicinale</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1467
1816 1932	Les Ilhes - Voirie vicinale - Dont la construction du pont sur l'Orbiel (1856-57) avec plans (copiés) mais pas d'indications sur les crues ni le choix du débouché. Egalement quelques réparations (murs) suite à la crue de 1891.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 151</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Lastours</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S555
1819 1900	Demandes de particuliers pour aménagements divers dans le lit de l'Orviel: barrages, prises d'eau, canaux, passerelles, ... Contiennent systématiquement des plans, dont un à caractère réglementaire (de 1850?) incluant une ligne d'eau 'hautes eaux'.		
<b>Reference 222</b>	<b>Statistiques - Crues de 1872 1874 1876 1891 - Observations faites et consignées sur profils et OA .</b>	DDE de l'Aude	Côte Bureau de Mr DEVOS
1820 1891	Quatre plans: deux (A et B) avec cotes de 1872 et 1891 sur un très grand nombre d'ouvrages, en particulier sur Salz, Lauquet, Orbiel, Clamoux, Argent Double; un (plan C) avec cotes de 1874 sur le Trappel uniquement; un (plan D) avec cotes de		
<b>Reference 124</b>	<b>Etude de la politique de l'eau dans le département de l'Aude.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2024
1820 1930	Etude générale faisant suite à la crue de 1930. Contient des éléments descriptifs du déroulement des crues de 1891 et 1930, incluant pluviométrie, et détail des affluents à l'origine de chaque crue. Cotes pour l'Orbiel en 1930 (6 à 7 m à Lastours).		
<b>Reference 154</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Les Ilhes.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S554
1821 1894	Demandes de particuliers pour aménagements divers dans le lit de l'Orviel: barrages, prises d'eau, canaux, passerelles, ... Contient le règlement général des eaux (~1850-1860) qui n'indique pas de niveau de PHE. Une demande avec plan et côte crue de 1862.		
<b>Reference 170</b>	<b>Série sur les usines et moulins - Orbiel à Limousis, Mas cabardes, Miraval cabardes, et Villalier.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2456
1821 1932	Une section de 1839 avec niveau de 'hautes eaux extraordinaires' à Mas Cabardès (section faible 15-20m²). Quelques plans et profils en long à Lastours-Limousis. Pas d'informations sur les niveaux PHE des crues.		
<b>Reference 168</b>	<b>Série sur les usines et moulins - Orbiel à Lastours et Les Ilhes.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2455
1821 1934	Coupe du pont des Ilhes en 1880; Reconstruction du barrage de l'usine Roger à Lastours emporté en 1930; Rapport de 1840 sur les crues historiques de l'Orbiel, avec plans et estimation des débits: rapport sur la crue de 1891; coupe pont Lastours en 1858.		
<b>Reference 150</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Lastours et Limousis</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S556
1825 1889	Demandes de particuliers pour aménagements divers dans le lit de l'Orviel (parfois suite à une crue): barrages, prises d'eau, canaux, passerelles, ... Contiennent systématiquement des plans et profils, avec dans un cas le niveau de la crue de 1874.		
<b>Reference 173</b>	<b>Série sur les usines et moulins - Orbiel à Bouilhonnac et Conques.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2454
1838 1911	Demandes d'autorisation pour aménagement du lit et utilisation des eaux de l'Orbiel. Reconstruction d'un barrage emporté à Conques (1856). Un plan avec niveau 'hautes eaux' au crayon sur le pont de Montplaisir.		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 152</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Mas Cabardès et Miraval Cab.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S558
1840 1889	Demandes pour conserver ou établir des barrages et dérivations. Règlement général des eaux de l'Orviel établi entre 1849 (arrêté du préfet) et 1861 (dernières autorisations de conserver les installations). Avec de nombreux plans. Une crue citée en 1859.		
<b>Reference 204</b>	<b>Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau.</b>	Archives Nationales	Côte F10/2794
1840 1914	Lauquette: pas d'infos. Lauquet: rapport de 1849 précisant que les eaux de la riv st très peu utilisées (le pétitionnaire serait quasiment le seul), pas d'infos sur les crues. Orbiel: barr partiellement démolé aux Ilhes 'par les dernières crues' en 1906.		
<b>Reference -57848787</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', Prises d'eau. Origine Ponts et Chaussées - L'ORBIEL</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2410
1840 1939	L'ORBIEL à Limousis, Les Martyrs, Mas-Cabardès, Miraval-Cabardès, Trèbes, Villalier, Villedubert - Mas et Miraval Cabardès pour la plupart, sans infos sur les crues. Un plan de 1856 à Villedubert avec côtes de la crue de 1855 (section très faible, copiée).		
<b>Reference 176</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Prises d'eau. Orbiel à Les Ilhes Lastours..</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2409
1841 1907	Reconstr. de barrages emportés en 1891 à Conques et aux Ilhes; Rec. de barrage emp. le 11 octobre 1906 aux Ilhes; Barrage rec. suite à la crue du 15 août 1862 à Lastours; Barrage emp. en sept. 1874 aux Ilhes et à Lastours; plan de 1880 à Artigues avec HE.		
<b>Reference 129</b>	<b>Désastres épouvantables causés par d'effrayantes inondations qui viennent de jeter la consternation</b>	Bibliothèque Nationale de France	Côte RES ATLAS-Z-52
1843 1843	Dégâts occasionnés par la Cesse (14 maisons et pont en fil de fer détruits à Bize, une dizaine à Sallèles), l'Orbieu (territoire de Lagrasse ravagé), l'Aussou (20 maisons écroulées à Ornaisons), Argent-Double (cimetière de Peyrac), l'Ognon et l'Agly.		
<b>Reference 248</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Lastours - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 2Op1594
1845 1903	Carte des voies communales (chemins vicinaux) en 1895; le pont métallique est repeint 1899; en 1866 reconstruction de ce pont qui est alors en bois; ce pont fait partie du chemin vicinal n°5; réparations des dégâts causés au chemin vicinal n°3 1891.		
<b>Reference 164</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Conques</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S552
1846 1871	Demandes de particuliers pour aménagements divers du lit de l'Orviel. Avec projet de reconstruction du barrage en amont pont de Montplaisir (1851), règlement général des eaux dans Conques (~1850, sans le profil en long).		
<b>Reference 163</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - Orviel à Conques</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte S551
1847 1905	Demandes pour aménagements du lit de l'Orviel. Crue du 25/10/1891 citée (barrage emporté). Plans de 1858 et 1862 avec 'hautes eaux (sections de 70 et 30m² env.). Plan de 1876 avec sections crue du 23/09/1874. Plan de 1860 avec coupe du pont de Conques.		



Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 179</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2427
1851 1886	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique la capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois un niveau de crue historique. Incl. fixation du débouché du pont de Bize sur la Cesse 1876-1881.	
<b>Reference 130</b>	<b>Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux' - Inondations: relevés ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 7M125
1851 1890	Relevés par cours d'eau et communes des inondations avec montant des indemnités demandées. Evénements marquants sur les affluents: 31/05/1855 Argent Double, 18/03/1856 Cesse, 18/09/1862 Lauquet, 15/08/1862 Orbiel et Clamoux, 1880 Verdoube, etc..	
<b>Reference 169</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Orbiel à Lastours, Les Ilhes, Conques, ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2365
1851 1908	Demandes d'aménagement du cours d'eau. Plans de 1858 et 1862 avec 'hautes eaux' (sections de 70 et 30m² env.). Coupe du pont de Conques (1860). Sections de crue du 23/09/1874 (1876). Construction d'un pont à Lastours 1888, sans plan. Murs emportés en 1891	
<b>Reference 572397456</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Les Ilhes - Voirie vicinale</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1468
1851 1923	Les Ilhes - Voirie vicinale - Avec un plan de la voirie en 1898: le pont sur l'Orbiel appartient au ch. Vic. Ord. N°1 dit de Fournes. Réparations de murs de soutènement suite aux inondations de 1891 et 1892, sans indication des niveaux atteints.	
<b>Reference -725022658</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Fournes Cabardès - Voirie vicinal</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1358
1862 1913	Fournes Cabardès - Voirie vicinale - le pont sur l'Orbiel fait partie du chemin vicinal n°6 de Fournes à Lastours (ou chemin vicinal n°5 de la comm. De Lastours). Construction du pont: plans et justification du débouché (niveau HE 1874).	
<b>Reference 171</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', origine Ponts et Chaussées. Orbiel à Mas, Miraval, Villalier, Trèbes ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2366
1867 1932	Débouchés de projets de ponts aux Martys en 1883, à Miraval en 1886 et à Mas en 1880; Plans de 1900 et 1972 à Villalier avec niveaux PHEC (sans dates); rapport sur la reconstruction du pont de Villalier suite à crue de 1891.	
<b>Reference 279</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin de grande communication 111 ou 11 - Limousis</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW752
1869 1876	Chemin de grande communication 111 ou 11 - Limousis - Projets et travaux - Construct° de la partie entre le ch. de gr. com. n°1 et le ch. de Limousis, incl. la consti° du pont de la Fonde (1869-70). Fixat° du débouché du pont: plans, profils et niv. HE.	
<b>Reference 278</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin de grande communication 111 ou 11 - Limousis</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW753
1870 1928	Chemin de GC 111 ou 11 - Limousis - Projets et travaux. Projet de construct° de la partie située côté Villeneuve et Sallèles. Un projet de voie située au hameau de Lassac, avec profils de la crue du 23 sept. 1874. Réfect° parapets pont sur l'Orbiel (1928)	



Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 249</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Lastours - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 2Op1595
1874 1880	Construction du pont pour le passage du chemin vicinal n°5 vers Fournes en 1880, avec plans contenant les côtes et sections de la crue de 1874, "une des plus considérables dont on ait gardé le souvenir".		
<b>Reference 178</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2428
1887 1907	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique de l'ouverture des ouvrages et de leur capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois le niveau de la plus forte crue historique.		
<b>Reference 143</b>	<b>L'inondation du 25 octobre 1891.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 178PER1
1891 1891	Descriptif de la crue à Trèbes (pluvio, dégâts, ...) avec qq infos sur les niveaux d'eau: 7,95 m à Carcassonne et à Trèbes, 4,10 m pour l'Orbiel à Villalier, crue venant pour bcp de la Sals. Réf. au journal l'Eclair, à l'IPC Buffet et à M.PARDE.		
<b>Reference 103</b>	<b>Commune de Bouilhonnac - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude	Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1891 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999, avec quelques repères de crues.		
<b>Reference 34</b>	<b>Echelles des crues - Tableau général et tableau des échelles à prolonger et à établir - 23/09/1892</b>	DDE de l'Aude	Côte
1892 1892	Descriptif des différentes échelles existantes et des modifications à y apporter suite à la crue de 1891 (dont les côtes sont indiquées).		
<b>Reference 149</b>	<b>Inondations: renseignements, rapports, correspondance et secours ..</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 7M127
1893 1919	Télégrammes indiquant les niveaux atteints et estimations de dégâts pour indemnisations: 13 janv. 1898, télégrammes à 6h50 'Orbieu atteint 3m50 à Lagrasse' et à 10h35 'Lauquet atteint 3m à St Hilaire; 3 juin 1900 Orbieu ponts emportés, puis 1907, etc ..		
<b>Reference 38</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>	DDE de l'Aude	Côte
1900 1932	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Parfois données pluvio. Côtes pour l'Aude: Le Lauquet en 1907; la Salz en 1891 et le 9 Février 1930; l'Orbiel en mars 1930 (graphique); La Berre à Portel (4m30 au dessus étiage le 15 déc 1932).		
<b>Reference 192</b>	<b>Annuaire hydrologique de la France - Tableaux des principales stations hydrologiques connues</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte PS2
1911 1941	Chaque numéro contient le détail des stations avec cours d'eau concerné, lieu, période d'exploitation, service exploitant la station. La station de Lastours est citée. Les relevés journaliers de la station de Puyvalador sont également présents.		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 9</b>	<b>TOME VII - Fascicule E-2 - Résultats obtenus pour le bassin de l'Aude</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte 2514
1917 1918	Graphiques limnimétriques pour les années 1917 et 1918 - Plusieurs stations sur l'Aude, également sur affluents Fresquel et ruisseaux amont. Une station au pont Ribanti sur l'Orbiel et à Lastours sur l'Orbiel sont évoquées, mais aux résultats non publiés.		
<b>Reference 182</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine Préfecture - Orbiel</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW386
1921 1944	Conques: demandes suite aux inondations de 1930 et 1940, projet de déviation de l'Orbiel 1945; Les lilles: demandes pour barrages et murs de protection, suite à crue 1930 notamment; Lastours reconstruit du barrage Roger emporté en 1930 avec côte PHE, etc..		
<b>Reference 125</b>	<b>Note sur les inondations des 12 et 13 Septembre dans le Minervois.</b>	Bibliothèque Nationale de France	Côte LK2-6478
1929 1929	Forte pluvio (70 mm du 10 au 12, puis 'trombes d'eau' le 12), sur Montagne Noire et Causses Minervois. Crues de l'Argent Double, Cesse (mise en charge du gd pont de Minerve de 34mx4,3m), et Ognon(ts les ponts endommagés, + de 2 m d'eau ds qq maisons).		
<b>Reference 188</b>	<b>Inondations du midi en Mars 1930 - Les paisibles rivières devenues torrents de ruine et de mort.</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte 1166
1930 1930	Fascicule imprimé retraçant le déroulement des inondations dans les différents bassins. Contient notamment la description de la crue de l'Orbiel. Effectuer la copie des pages 1 à 25.		
<b>Reference 186</b>	<b>Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - coupures de presse et photographies</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte 1151
1930 1930	Recueil de coupures de presses sur la crue de 1930. Quelques articles sur la crue de l'Orbiel, décrivant les dégâts. Pont de Limousis détruit par un des wagons, contenant 10 t de minerai, qui ont emportés à Lastours.		
<b>Reference 282</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin départemental n°111</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte OW186
1930 1930	Chemin départemental n°111 - Lastours et Limousis: projets et travaux - Dont reconstruction du pont de La Fonde ou La Caunette sur l'Orbiel, détruit par les inondations de 1930. Avec coupes du nouveau pont.		
<b>Reference 15</b>	<b>Les inondations de Mars 1930 dans le sud et le sud ouest de la France</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte 1191
1930 1930	Contient un article de PARDE avec données pluvio, description des dégâts occasionnés par les affluents montagne noire (Orbiel Clamoux Argent Double), et côtes à Villedaigne sur l'Orbiel: 7m30 contre 7m00 en 1891, 1920, 1921 et 7m56 en 1900.		
<b>Reference 148</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 13M770
1930 1940	Rapports donnant de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents avec les dégâts occasionnés et souvent les niveaux atteints. Indications également sur le taux de boisement des bassins versants.		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference -1168788647</b>	<b>Thème 'Météorologie' - Instructions, correspondance, observations.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte I.3M790
1930 1940	Dont qq rapports sur les inondations de 1930, 32, et 33, la pluie avant causé ces inond., et le lien avec le déboisement. Quelques relevés pluvios mensuels pour 1935-38. Gestion des pluviom du département (dont beaucoup semblent mal placés 1933)	
<b>Reference 107</b>	<b>Commune de Miraval-Cabardès - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue.	
<b>Reference 108</b>	<b>Commune de Villalier - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue.	
<b>Reference 111</b>	<b>Commune de Mas Cabardès - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue.	
<b>Reference 112</b>	<b>Commune de Lastours - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue, articles, photographies anciennes des dégâts liés à la crue de 1930.	
<b>Reference 113</b>	<b>Commune de Conques sur Orbier - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, 1962 et 1999. Avec indication de quelques repères de crue, articles, photographies anciennes des dégâts liés à la crue de 1930.	
<b>Reference 114</b>	<b>Commune de Limousis - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, 1962 et 1999. Avec articles, photographies anciennes des dégâts liés à la crue de 1930.	
<b>Reference 105</b>	<b>Commune de Les Ilhes - Dossier Communal Synthétique des Risques Majeurs</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau eau et prévention des risques ouest
1930 1999	Contient une enquête sur les inondations historiques, notamment 1930, 1940, et 1962 et 1999. Avec quelques repères de crues et photographies.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
Reference 132  1933 1943	<b>Rapports et correspondance du Cabinet du Préfet concernant les sinistres et les événements malheureux</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 7M203
	Classé par inondation, avec parfois les niveaux: 28/04/1942 (Cesse à +6m à Mirepeisset, moins fort sur Salz et Lauquet), 30/11/1941(Cesse), Oct 1940 (Salz 6m30 à Couiza, pont submergé, égalt Lauquet, Orbiel, Verdoube pont emporté), 1939, 1936, 1935.		
Reference 39	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>		DDE de l'Aude Côte
1933 1944	Courtiers, rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnigraphes, pluviométrie, jaugeages(1940). Côtes pour l'Aude; Le Lauquet en 1938-39; L'Argent Double en 1938, 1940; Le Sou (pont du Sou), l'Orbiel, la Cesse, la Salz et l'Orbiel en 1940.		
Reference 69	<b>Profil en long de l'Orbiel.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1934 1934	Avec indication des échelles et du niveau du fil d'eau.		
Reference 29	<b>Registre de crues 1938-1857</b>		DDE de l'Aude Côte
1938 1957	Cahier d'observateur contenant les relevés à Limoux Carcassonne Puichéric et Moussoulens sur l'Aude et Lagrasse sur l'Orbiel. Parfois à Mirepeisset sur la Cesse. Feuilletts sur crues de 40-42 avec données sur la Salz l'Orbiel et l'Argent double (copiés).		
Reference 10	<b>Bassin de l'Aude - Crue du 17 au 20 octobre 1940</b>		Institut de Géographie Alpine - Côte 1174 Fonds M.Pardé
1940 1940	Rapport sur la crue avec côtes max des affluents: 6m30 pour la Salz à Couiza, 2m00 pour l'Orbiel à Lastours, 6m00 pour l'Orbiel à Lagrasse, 5m50 pour la Cesse. Avec limni aux stations sur l'Aude, la Salz et l'Orbiel. Courbe de tarage à Moussoulens		
Reference 187	<b>Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - France: crues 1951-1957</b>		Institut de Géographie Alpine - Côte 1152 Fonds M.Pardé
1942 1952	Rens. fournis par les P. et C. en 1953; Agly à rivesaltes: 3,20 m le 28/04/42, 1,80 m 2/2/52; Salz à Couiza: 2,80 m le 28/04/42, 2,30 15/12/43, 2,80 24/02/44, 2,50 17/04/44, Orbiel à Lagrasse: 4,20 le 28/04/42, manque graphiques de 1952 dans l'aude.		
Reference 40	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>		DDE de l'Aude Côte
1945 1969	Rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnis, pluviométrie avec cartes. Côtes pour l'Aude, la Salz (copié), la Cesse, l'Orbiel; La Nielle à St Laurent et L'Alsou à Lagrasse en 1960, 59 et 58; le Lauquet en 68, 59 et 52 (copié).		
Reference 2071777594	<b>Service de l'hydraulique et de l'aménagement des eaux - Aménagement de ponceaux</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2228W15
1949 1949	L'Orbiel à Lastours et Limousis: projet de dérivation de l'Orbiel depuis l'amont de La Caunette, établi par la Sté des mines de la Caunette. Avec plans détaillés (profils en long et en travers) et ind. des niveaux de la crue de 1930 (très douteux)		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 183</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine Préfecture - Orbiel</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW1075
1949 1960	Demandes d'aménagement et plaintes diverses relatives à l'Orbiel. Un projet de détournement partiel de l'Orbiel à l'aval de Lastours (mines de Lacauvette) incluant profil en long et une note de calcul concernant la crue de 1930 (avec profil + niveau PHE)		
<b>Reference 26</b>	<b>Registre de crues</b>		DDE de l'Aude Côte
1953 1971	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations de Couiza Limoux Carcassonne Pezens Puichéric Moussoulens (Aude), Couiza (Salz, copiés), Leuc (Lauquet, copiés), Lagrasse (Orbiel) et Mirepeisset (Cesse). Quelques rares niveaux sur Orbiel et Clamoux		
<b>Reference 281</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin départemental n°111</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW2862	
1957 1957	Chemin départemental n°111 - Lastours, Limousis et Villeuneuve Minervois: projets et travaux - D'après une vue en plan de 1957, le pont de la Fonde existe toujours à cette date.		
<b>Reference 253</b>	<b>Courriers divers relatifs à la création ou l'abandon de stations de jaugeage.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boîte archive 'Divers'	
1960 1968	Descriptif des stations hydrométriques principales et secondaires en 1968. Abandon déjà prévu des stations de Couiza et Leuc en 1961.		
<b>Reference 224</b>	<b>Repères de crue - Novembre 1962.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS	
1962 1962	Localisation des repères de crues posés suite à la crue de Novembre 1962. Avec cartes générales et croquis pour chaque repère posé. Rivières d'Aude, Lauquet, Bretonne, Orbiel/Clamoux, Verdoubie, Cesse, Orbiel		
<b>Reference 64</b>	<b>Station de Lastours sur l'Orbiel - Jaugeages</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation	
1964 2003	Détail des jaugeages effectués et courbes de tarages issue de ces jaugeages.		
<b>Reference 63</b>	<b>Station de Lastours sur l'Orbiel - Renseignements</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation	
1964 2003	Informations concernant l'installation, la position et les caractéristiques de la station. Avec notamment photos du site, profil en travers, côte du zéro de l'échelle, surface drainée, etc...		
<b>Reference 43</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 170	
1967 1972	Limnigraphes sur toute la période, avec très peu de lacunes. Graphiques limités à 2,50 m en hauteur.		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 229</b>	<b>Repères de crue - Octobre 1970</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1970 1970	Informations sur les repères de crue posés. Un repère sur l'Orbiel (D201); un repère (douteux) sur le Lauquet.	
<b>Reference 44</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 171
1972 1977	Limnigraphes sur toute la période, limités à 2,50 m en hauteur.	
<b>Reference 45</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 172
1977 1982	Limnigraphes sur toute la période, limités à 2,50 m en hauteur.	
<b>Reference 223</b>	<b>Dossier Janvier 1982 à Octobre 1986</b>	DDE de l'Aude Côte
1982 1986	Dossier complet sur la crue de janvier 1982, avec diagrammes de crue, coupures de presse, pluviométrie, dégâts occasionnés. Les graphiques incluent uniquement l'Orbieu, La Cesse et l'Aude. Même chose pour les tableaux des crues de 83, 84 et 86	
<b>Reference 46</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 173
1983 1987	Limnigraphes sur toute la période, limités à 2,50 m en hauteur.	
<b>Reference 47</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 174
1988 1995	Limnigraphes sur toute la période, limités à 2,50 m en hauteur.	
<b>Reference 48</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Lastours sur l'Orbiel</b>	DDE de l'Aude Côte 175
1996 2002	Limnigraphes sur toute la période, limités à 2,50 m en hauteur.	



## Bassin du Lauquet



Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 251</b>	<b>Lauquet 1727-1959, 1960-1969.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr Guérin - Boîte archive 'Crues
1727 1963	Un document décrivant de façon qualitative les grandes crues depuis 1727. Un listing informatique avec les côtes des crues de 1940, 1959, et 1963 à Saint Hilaire.	
<b>Reference 257</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Lauquet à Laderm, Leuc, Mas des Cours.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S524
1818 1872	Laderm: pas d'informations sur les crues. Leuc: plans de 1873 avec côtes PHE des crues de 1872 et 1820 au niveau du pont de chemin de fer de Leuc. Mas des Cours (Lauquette): plans de 1818 avec niveaux 'Grandes eaux extraordinaires'	
<b>Reference 258</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - LAUQUET à Saint-Hilaire.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S525
1819 1892	Plans de 1885 et 1888 constuct° d'une passerelle et défense des rives, avec côtes 'plus hautes eaux'. Plan de 1892 construction d'un pont avec côte PHE de le crue de 1891. Plan de 1871 à 1890 au chat du Pech avec côtes 'hautes eaux'. Plan de 1819 cote HE	
<b>Reference 260</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', usines et moulins généralités. LE LAUQUET</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2453
1820 1891	Aucune information sur les crues pour Laderm, Greffeil, St Hilaire, Clermont et Mas des Cours. A Verzeille on retrouve les documents et plans de la référence 259 (déjà copiés), sans éléments nouveaux.	
<b>Reference 259</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - LAUQUET à Verzeille, Villefloure.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte S526
1820 1891	Verzeille: plans de 1892 et 1893 protection de terrains ravagés en 1891, avec niveaux 'plus hautes eaux'; plans de 1860 puis 1892, avec profils en travers et en long et côtes PHE des crues de 1820 et 1891, entre verzeille et le pont de la gare de c. de f.	
<b>Reference 222</b>	<b>Statistiques - Crues de 1872 1874 1876 1891 - Observations faites et consignées sur profils et OA .</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1820 1891	Quatre plans: deux (A et B) avec cotes de 1872 et 1891 sur un très grand nombre d'ouvrages, en particulier sur Salz, Lauquet, Orbiel, Clamoux, Argent Double; un (plan C) avec cotes de 1874 sur le Trappel uniquement; un (plan D) avec cotes de	
<b>Reference 261</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', Police des eaux, réglementation des cours d'eau. Le Lauquet.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2360
1820 1895	On retrouve plusieurs dossiers présents dans les références 256, 257, 258 (déjà copiés). Un élément supplémentaire: rapport de 1895 relatif à l'augmentation du débouché du pont de c. de f. de Leuc, fortement endommagé en 1891 (copié).	
<b>Reference 1105604536</b>	<b>Thème 'Reboisement' - Projets de création de périmètres de reboisement - Aude inférieure</b>	Archives départementales de l'Aude Côte I3M723
1821 1935	Diagnostics (deux rapports de 1839 et 1883 présentant l'état du déboisement dans l'Aude, prem. pages copiées), déf. des périm. à reboiser (1882-85), bilan des mesures prises (1914). Qques photos des bassins de l'Aude sup. (Rébenty) avant reboisement.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
Reference 204	<b>Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau.</b>		Archives Nationales Côte F10/2794
	1840 1914	Lauquette: pas d'infos. Lauquet: rapport de 1849 précisant que les eaux de la riv st très peu utilisées (le pétitionnaire serait quasiment le seul), pas d'infos sur les crues. Orbiel: barr partiellement démolé aux lhes 'par les dernières crues' en 1906.	
Reference 265	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Verzeille - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op3062
	1843 1887	Ch. Vic. Ord. n°1: pass. emp. par une crue 1843. Constr. du pont du ch. int. com. n°43 1865. C. Vic. Ord. n°7 de Leuc (menant à la station de Verzeille): constr. du pont en bois (1877), puis exec. tablier métal. et recl. dans le c. gde com. n°4 (1885-87).	
Reference 205	<b>Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau.</b>		Archives Nationales Côte F10/2795
	1850 1918	Verdoble: reconstr. d'un barr. à Padern (1874-75). Lauquet: reconstr. d'un barr. emporté par les crues à Verzeille (1891-93). Sals: reconstr. d'un barr. emporté le 25/10/1891 à Rennes les Bains. Sou: non consulté mais contient des plans avec cotes 'HE'.	
Reference 130	<b>Thème 'Calamités publiques, sinistres et événements malheureux' - Inondations: relevés ..</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 7M125
	1851 1890	Relevés par cours d'eau et communes des inondations avec montant des indemnités demandées. Evénements marquants sur les affluents: 31/05/1855 Argent Double, 18/03/1856 Cesse, 18/09/1862 Lauquet, 15/08/1862 Orbiel et Clamoux, 1880 Verdoble, etc..	
Reference 268	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1651
	1853 1894	Leuc - Vicinalité - Construction de la quatrième travée du pont sur le Lauquet (1894), suite aux crues de 1891 et 1892; un plan des chemins de la commune en 1853.	
Reference 37	<b>Rivière d'Aude - Crues Carcassonne</b>		DDE de l'Aude Côte
	1853 1911	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Les côtes données concernent principalement l'Aude. Seul un tableau fournit des côtes de la crue de janvier 1898 pour la Salz et Le Lauquet.	
Reference 284	<b>Thème 'Service Hydraulique', Prises d'eau. Origine Ponts et Chaussées - LE LAUQUET</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2404
	1859 1887	Plans du Lauquet à Greffeil, à l'amont du pont (prise d'eau du moulin), avec profil en long, sections, et côte HE. Plans de la traversée de Ladem avec prof. en long, et coupe du pont avec côte PHE de la crue de 1820.	
Reference 262	<b>Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemin d'intérêt commun n°43 - Commune de Verzeille</b>		Archives départementales de l'Aude Côte OW1277
	1865 1895	Passerelle: construct° (1867) et réparation (1875) avec plans. Pont: plans et profils du pont, et doc. relatifs à son débouché: choix initial (1888, av. sections 'HE'), et revu suite à la crue de 1891 (1895, avec plus. sect° de la crue de 1891).	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 256</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Lauquet à Clermont, Couffoulens, Greffeil, Fajac en Val.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S523
1866 1892	Couffoulens: projet de curage du cours d'eau à Couffoulens suite à la crue de 1891, un plan de 1866 avec côte 'Hautes eaux'. Greffeil: plans de 1869 avec sections et profils, et côtes 'HE'. Clermont et Fajac: pas d'informations, communes situées en amont.		
<b>Reference 177</b>	<b>Construction d'ouvr. d'art sur les cours d'eau pour le passage du chemin de fer - rapports et plans</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2429
1873 1897	Contient, par section de ligne construite, les plans des ouvrages de franchissement des cours d'eau. Notamment sur l'Argent Double avec PHE de 1876. Discussion du débouché du pont sur le Lauquet suite à la crue de 1891. PHE de 1820 ouvrages Aude amont.		
<b>Reference 266</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Verzeille - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op3063
1877 1911	Verzeille - Vicinalité - Plan d'ensemble de la voirie vicinale, reconstruit d'une passerelle en 1911, Vic. Ord. n°7 de Leuc (menant à la station de Verzeille): constr. du pont en bois (1877), avec plans et niveau HE; et recl. ds le ch. GC n°4 (1885-1887)		
<b>Reference 267</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Leuc</b>		Archives départementales de l'Aude Côte OW2518
1883 1883	Commune de Leuc - projet de construction d'un pont métallique sur la rivière 'Le Lauquet' de 251,35 m, pour le passage du chemin vicinal ordinaire n°2. Avec plans du pont datant de 1883, indiquant un niveau des 'hautes eaux extraordinaires'.		
<b>Reference 271</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1654
1883 1884	Projet initial du pont à tablier métallique, sur le chemin vicinal ordinaire n°2 (1883), avec plans et niveau HE; fixation du débouché du pont.		
<b>Reference 269</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1652
1884 1884	Leuc - Vicinalité - Construction du pont du chemin vic ord n°2, dans la nuit du 27 au 28 décembre 1884, la fouille de la pile n°1, achevée, est entièrement comblée par 'une crue considérable de la rivière'. Divers autres travaux, sans intérêt.		
<b>Reference 264</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Pont sur le Lauquet</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1650
1885 1921	Leuc - Pont sur le Lauquet: CR de visite annuelles du pont (en bon état) entre 1913 et 1921. Pont construit entre 1885 et 1895, avec quatre travées dont une indépendante; d'ouvertures respectives 11,87m, 11,86m, 11,87m, et 10,00m. Largeur totale 53,45 m.		
<b>Reference 274</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la Préfecture - Chemin de grande communication n°104 ou 4 - St Hilaire</b>		Archives départementales de l'Aude Côte OW652
1886 1892	Projets et travaux effectués sur le chemin. Plans du pont de St Hilaire sur le Lauquet (très ancien. XIème siècle) pour réfection des parapets en 1886; Réparation de l'arche rive droite du pont emportée par la crue de 1891. Pas de côte PHE précise.		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 178</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2428
1887 1907	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique de l'ouverture des ouvrages et de leur capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois le niveau de la plus forte crue historique.		
<b>Reference 146</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>		Archives départementales de l'Aude Côte I3M770
1889 1940	Concernent uniquement l'amont de Carcassonne. Les rapports donnent de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents (avec souvent les niveaux atteints): Salz et Lauquet, Agly, mais aussi Boulzane, Rebenty, Sou, St Bertrand, Ayguette.		
<b>Reference 272</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Saint Hilaire - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op2726
1890 1891	Saint Hilaire - Vicinalité - Imposition de la commune pour construction du pont de la station de Verzeille (sans intérêt); construction d'un passerelle métallique sur Le Lauquet 1890-1891, avec plans et niveau Hautes Eaux en 1890.		
<b>Reference 286</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffeil - chemins ruraux</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1429
1891 1893	Plans de la voirie communale en 1893, où le pont sur le Lauquet figure déjà. Réparation d'un chemin rural endommagé par la crue de 1891, en face du moulin à l'amont du pont, avec vue en plan.		
<b>Reference 270</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1653
1891 1903	Plan gal de la voirie vicinale en 1903, réparation des dégâts au pont par les inondations de 1891 et 1892: pont submergé en 1891, et remblais RG emportés par les 2 crues; plans de l'anc et la nouv sect°, et côtes PHE des 2 crues + champ d'inondation.		
<b>Reference 252</b>	<b>Graphe Leuc, Graphe Saint Hilaire, registres de crues.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boîte archive 'Leuc Lauquet'
1891 1970	Repères de crue et lignes d'eau des crues de 1891 et 1940 notamment. Egalement 1970.		
<b>Reference 32</b>	<b>Hauteurs atteintes aux stations d'observation pendant les grandes crues</b>		DDE de l'Aude Côte
1891 1977	Récapitulatif des principales crues et des côtes atteintes aux différentes stations dont la Salz à Couiza, Le Lauquet à Leuc, l'Orbieu à Lagrasse et à Luc, La Cesse à Mirepeisset. Indique les cas où la côte d'alerte n'a pas été dépassée (seuil supérieur).		
<b>Reference 285</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffeil - Voirie vicinale</b>		Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1431
1891 1998	Le pont de Greffeil fait partie du ch. vicinal ord. n°1, vers Ladem: Qq docs sur les réparat° du chemin et du pont (parapets et remblais d'une culée emportés) après la crue de 1891. Réparat° d'une passerelle emp. par une crue en fév 1898.		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 178</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2428
1887 1907	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique de l'ouverture des ouvrages et de leur capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois le niveau de la plus forte crue historique.	
<b>Reference 146</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 13M770
1889 1940	Concernent uniquement l'amont de Carcassonne. Les rapports donnent de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents (avec souvent les niveaux atteints): Salz et Lauquet, Agly, mais aussi Boulzane, Rebenty, Sou, St Bertrand, Ayguette.	
<b>Reference 272</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Saint Hilaire - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op2726
1890 1891	Saint Hilaire - Vicinalité - Imposition de la commune pour construction du pont de la station de Verzeille (sans intérêt); construction d'un passerelle métallique sur Le Lauquet 1890-1891, avec plans et niveau Hautes Eaux en 1890.	
<b>Reference 286</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffail - chemins ruraux</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1429
1891 1893	Plans de la voirie communale en 1893, où le pont sur le Lauquet figure déjà. Réparation d'un chemin rural endommagé par la crue de 1891, en face du moulin à l'amont du pont, avec vue en plan.	
<b>Reference 270</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Leuc - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1653
1891 1903	Plan gal de la voirie vicinale en 1903, réparation des dégâts au pont par les inondations de 1891 et 1892: pont submergé en 1891, et remblais RG emportés par les 2 crues: plans de l'anc et la nouv sect°, et côtes PHE des 2 crues + champ d'inondation.	
<b>Reference 252</b>	<b>Graphe Leuc, Graphe Saint Hilaire, registres de crues.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boite archive 'Leuc Lauquet'
1891 1970	Repères de crue et lignes d'eau des crues de 1891 et 1940 notamment. Egalement 1970.	
<b>Reference 32</b>	<b>Hauteurs atteintes aux stations d'observation pendant les grandes crues</b>	DDE de l'Aude Côte
1891 1977	Récapitulatif des principales crues et des côtes atteintes aux différentes stations dont la Salz à Couiza, Le Lauquet à Leuc, l'Orbieu à Lagrasse et à Luc, La Cesse à Mirepeisset. Indique les cas où la côte d'alerte n'a pas été dépassée (seuil supérieur).	
<b>Reference 285</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Greffail - Voirie vicinale</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op1431
1891 1998	Le pont de Greffail fait partie du ch. vicinal ord. n°1, vers Ladem: Qq docs sur les réparat° du chemin et du pont (parapets et remblais d'une culée emportés) après la crue de 1891. Réparat° d'une passerelle emp. par une crue en fév 1898.	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 39</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>		DDE de l'Aude Côte
1933 1944	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnigraphes, pluviométrie, jaugeages(1940). Côtes pour l'Aude; Le Lauquet en 1938-39; L'Argent Double en 1938,1940; Le Sou (pont du Sou), l'Orbiel, la Cesse, la Salz et l'Orbieu en 1940.		
<b>Reference 227</b>	<b>Repères de crue - Octobre 1940</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1940 1940	Liste des repères de crue posés suite à la crue d'Octobre 1940 dans l'arrondissement de Limoux. Les courres d'eau concernés sont L'Aude, l'Agly, La Blanque, l'Orbieu, La Sals, ruis. de St Bertrand, La Boulzane, le Sou, le Lauquet, la Lauquette.		
<b>Reference 263</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine Préfecture - LAUQUET</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW383
1940 1945	Trav. de protect. des berges à Couffoulens suite à la crue d'oct. 1940, sans infos sur la crue. Rapport de 1945 pour curage de la trav. de St Hilaire, qui indique que 'son bassin étant en grande partie déboisé, [le Lauquet] est sujet à des crues subites'		
<b>Reference 40</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>		DDE de l'Aude Côte
1945 1969	Rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnis, pluviométrie avec cartes. Côtes pour l'Aude, la Salz (copié), la Cesse, l'Orbieu; La Nielle à St Laurent et L'Alsou à Lagrasse en 1960, 59 et 58; le Lauquet en 68, 59 et 52 (copié).		
<b>Reference 206</b>	<b>Police des eaux - curages. Cours d'eau: Lauquet.</b>		Archives Nationales Côte F10/4541
1946 1950	Redressement du lit dans la traversée de Saint Hilaire. Avec plans et coupe du pont du CD n°104. Les travaux sont initiés car le Lauquet 'attaque' les fondations de 7 habitations. Pas de cote PHE de crues.		
<b>Reference 26</b>	<b>Registre de crues</b>		DDE de l'Aude Côte
1953 1971	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations de Couiza Limoux Carcassonne Pezens Puichéric Moussoulens (Aude), Couiza (Salz, copiés), Leuc (Lauquet, copiés), Lagrasse (Orbieu) et Mirepeisset (Cesse). Quelques rares niveaux sur Orbiel et Clamoux		
<b>Reference 225</b>	<b>Repères de crue - Février 1959.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1959 1959	Localisation des repères provisoires de crues levés suite à la crue de Février 1959 sur le Lauquet. Emplacements retenus pour la pose de repères en fonte.		
<b>Reference 253</b>	<b>Courriers divers relatifs à la création ou l'abandon de stations de jaugeage.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boite archive 'Divers'
1960 1968	Descriptif des stations hydrométriques principales et secondaires en 1968. Abandon déjà prévu des stations de Couiza et Leuc en 1961.		



Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 224</b>	<b>Repères de crue - Novembre 1962.</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1962 1962	Localisation des repères de crues posés suite à la crue de Novembre 1962. Avec cartes générales et croquis pour chaque repère posé. Rivières d'Aude, Lauquet, Bretonne, Orbiel/Clamoux, Verdoube, Cesse, Orbiel	
<b>Reference 41</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Leuc sur Lauquet</b>	DDE de l'Aude Côte 240
1962 1970	Limnigraphes sur toute la période, avec très peu de lacunes. Hauteurs peu fiables pour les fortes crues ayant dépassé 4.00 m.	
<b>Reference 226</b>	<b>Repères de crue - Septembre 1963</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1963 1963	Liste des repères de crue posés suite à la crue de Septembre 1963. La plupart concernant l'Aude, deux sont sur le Lauquet.	
<b>Reference 214</b>	<b>Station de Saint Hilaire - Le Pech sur le Lauquet - Jaugeages</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1964 2003	Détail des jaugeages effectués et courbes de tarages issue de ces jaugeages.	
<b>Reference 213</b>	<b>Station de Saint Hilaire - Le Pech sur le Lauquet - Renseignements</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1964 2003	Informations concernant l'installation, la position et les caractéristiques de la station. Avec notamment photos du site, côte du zéro de l'échelle, surface drainée, etc .. Pas de profil en travers	
<b>Reference 115</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b>	DDE de l'Aude Côte 40
1967 1970	Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	
<b>Reference 229</b>	<b>Repères de crue - Octobre 1970</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1970 1970	Informations sur les repères de crue posés. Un repère sur l'Orbiel (D201); un repère (douteux) sur le Lauquet.	
<b>Reference 42</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Leuc sur Lauquet</b>	DDE de l'Aude Côte 241
1970 1976	Limnigraphes sur toute la période après installation d'un nouvel appareil, avec très peu de lacunes.	

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 116</b> 1971 1974	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 41
<b>Reference 30</b> 1972 1982	<b>Registre de crues</b> Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations sur l'Aude, à Couiza sur la Salz (copiés), à Pezens sur le Fresquel, à Leuc et St Hilaire sur le Lauquet (copiés), à Lagrasse et Luc sur l'Orbieu, et à Bize sur la Cesse.	DDE de l'Aude Côte
<b>Reference 117</b> 1975 1978	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 42
<b>Reference 118</b> 1979 1983	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 43
<b>Reference 119</b> 1984 1988	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 44
<b>Reference 120</b> 1989 1993	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 45
<b>Reference 121</b> 1994 2001	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 46
<b>Reference 122</b> 2002	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Saint-Hilaire sur le Lauquet.</b> Limnigraphes sur l'ensemble de la période.	DDE de l'Aude Côte 47





## Bassin de la Salz

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 53</b>	<b>Les inondations à Trèbes</b>		Archives départementales de l'Aude Côte I78PERI
1673 1992	Historique des évs avec qq infos sur les niveaux d'eau. Le 6 oct 1820, 7 40 m à Carcassonne, et plusieurs repères indiqués à Trèbes. Autres dates: 1673, 1740 (Orbiel concerné), 1755, 1756, 1766, 1772, 1780, 1788, 1797. Egalt 1930, 1940 et 1992.		
<b>Reference 231</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - LA SALS à Couiza, Coustaussa et Sougr</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S591
1810 1904	Constr" d'une passerelle en 1881: profil avec niveau 'plus hautes eaux'; moulins 'Conquet' et 'Castel' à Couiza, sans côtes PHE; maisons détruites en 1891 et aménagements de protect" à Couiza; moulin à Sougraigne en 1819 avec ligne de 'grandes eaux'		
<b>Reference 201</b>	<b>Moulins et usines situés sur des cours d'eau non navigables ni flottables - Département de l'Aude</b>		Archives Nationales Côte F14/6078
1820 1846	Consulté uniquement pour le Réalses et la Sals. Réalses: côte de la crue de 1846 à Arques. Sals: côtes gdes crues de 1820 et 1833 à Couiza (2 plans).		
<b>Reference 234</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', Prises d'eau. Origine Ponts et Chaussées - LA SALZ</b>		Archives départementales de l'Aude Côte SW2420
1820 1855	Plans de 1855 pour aménagement d'un barrage dans la traversée de Rennes les Bains (identiques à ceux de la référence 230, mais copiés car peut-être plus clairs), avec côtes de 1820 et 1829.		
<b>Reference 222</b>	<b>Statistiques - Crues de 1872 1874 1876 1891 - Observations faites et consignées sur profils et OA .</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1820 1891	Quatre plans: deux (A et B) avec cotes de 1872 et 1891 sur un très grand nombre d'ouvrages, en particulier sur Salz, Lauquet, Orbiel, Clamoux, Argent Double; un (plan C) avec cotes de 1874 sur le Trappel uniquement; un (plan D) avec cotes de		
<b>Reference 33</b>	<b>Annonce des crues - Echelles hydrométriques - Courrier à Mr l'ingénieur en Chef du 10 novembre 1897</b>		DDE de l'Aude Côte
1820 1897	Côtes des principales crues de 1820 à 1897 aux principales échelles dont Couiza sur la Sals, avec caractéristiques des échelles. Propositions sur les nouveaux postes d'observation à établir.		
<b>Reference 230</b>	<b>Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - LA SALS à Rennes les Bains</b>		Archives départementales de l'Aude Côte S592
1820 1906	Constr" d'une passerelle en 1855: plans et rapp. avec cotes des crues de 1820 et 1829. 2 barrages emp. en 1891: l'un constr. en 1836 à l'aval de la confl. Sals-Blanque, l'autre plus anc. dans la trav. de Rennes les b.. Maisons endommagées en 1891 et 1898.		
<b>Reference 1105604536</b>	<b>Thème 'Reboisement' - Projets de création de périmètres de reboisement - Aude inférieure</b>		Archives départementales de l'Aude Côte I3M723
1821 1935	Diagnostics (deux rapports de 1839 et 1883 présentant l'état du déboisement dans l'Aude, prem. pages copiées), déf. des périm. à reboiser (1882-85), bilan des mesures prises (1914). Qques photos des bassins de l'Aude sup. (Rébenty) avant reboisement.		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
Reference 243  1829 1929	Route départementale et chemin de grande communication n°14 - Rennes les Bains - Projets et travaux		Archives départementales de l'Aude Côte OW513
	Construct° du pont sur le Réalses, avec plans et côte HE au pont de Serres et au nouveau pont (1839); reconstruit° de murs de soutènement à l'aval de Rennes, emportés en 1891, avec profils (partiels) et côtes PHE, etc.. Petites réparations suite aux crues		
Reference 247  1830 1895	Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Coustaussa - Projets et travaux		Archives départementales de l'Aude Côte OW462
	Construction de la route et acquisition des terrains 1830-33; grosses réparations de murs emportés par la crue de 1891, avec plans profils et cotes PHE de la crue; réparation d'un mur emporté par une crue en 1893, avec cote PHE de cette crue .		
Reference 240  1832 1865	Grandes et moyennes voiries, matières générales - Route nationale 118 - Couiza		Archives départementales de l'Aude Côte S118
	Correspondance sur le reclassement des voies, notamment l'ancienne route impériale n°118, abandonnée suite à une rectificat° du tracé aux roches de Cascaté; reclassement de la route départ. n°14 d'Alet à Rennes les Bains, avec plan du tracé (copié).		
Reference 232  1839 1906	Thème "Cours d'eau et usines" - Partie rivières et ruisseaux - LA SALS, Ruis. de ST BERTAND		Archives départementales de l'Aude Côte SW2459
	A Couiza plans des moulins Lepeige/Castel et Conquet avec côtes des crues de 1820 et 1833; A Rennes pétitions successives pour la construction/réparation des deux moulins, dont les barrages ont été emportés en 1891.		
Reference 205  1850 1918	Règlements d'eau: barrages et prises d'eau sur les rivières et cours d'eau.		Archives Nationales Côte F10/2795
	Verdoble: reconstr. d'un barr. à Padern (1874-75). Lauquet: reconstr. d'un barr. emporté par les crues à Verzeille (1891-93). Sals: reconstr. d'un barr. emporté le 25/10/1891 à Rennes les Bains. Sou: non consulté mais contient des plans avec cotes 'HE'.		
Reference 179  1851 1886	Thème 'Service Hydraulique', ouvrages d'art généralités. Projets de constructions d'ouvrages.		Archives départementales de l'Aude Côte SW2427
	Projets présentés par les services vicinaux au service hydraulique pour avis. Analyse systématique la capacité à évacuer les fortes crues, avec parfois un niveau de crue historique. Incl. fixation du débouché du pont de Bize sur la Cesse 1876-1881.		
Reference 37  1853 1911	Rivière d'Aude - Crues Carcassonne		DDE de l'Aude Côte
	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Les côtes données concernent principalement l'Aude. Seul un tableau fournit des côtes de la crue de janvier 1898 pour la Salz et Le Lauquet.		
Reference 239  1854 1860	Route nationale 118 - Travaux de réparation du pont sur la rivière de la Sals à Couiza		Archives départementales de l'Aude Côte SW2892
	Projet d'élargissement du pont sur la Sals. Avec plans du pont (vue en plan et profil) en 1854 et 1860 (élargissement réalisé en deux étapes). Sans côte PHE.		

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 233</b>	<b>Thème 'Service Hydraulique', Police des eaux, réglementation des cours d'eau - LA SALZ</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2374
1855 1922	Demandes de la famille Fleury à Rennes les bains pour construction d'un pont (1855) et reconstruction des fondations des thermes (1882). Les rapports correspondant ont été copiés car plus lisibles que ceux (identiques) de la référence 230.	
<b>Reference 245</b>	<b>Administration et comptabilité communales - Dossiers par commune - Rennes les Bains - Vicinalité</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 2Op2534
1858 1922	Réparat° du pont sur le ch. vic. ord. n°6, endommagé par les crues de 1919; Classt des ch. vic.ord. 1903 avec plan: réparat° du ch. vic. ord. n°6 après crue de 1891; construct° du pont en pierre du ch. vic. n°4; petites réparat° crues 1872 et 1874-75.	
<b>Reference 241</b>	<b>Route nationale 118 - Reconstruction du pont sur la Salz à Couiza.</b>	Archives départementales de l'Aude Côte SW2891
1872 1932	Outre les plans des projets successifs, le dossier contient plusieurs rapports sur le niveau atteint par les crues et l'amélioration apportée par le projet: les crues évoquées sont 1872, 1891, 1907, 1930.. Les côtes PHE sont indiquées en plusieurs points.	
<b>Reference 219</b>	<b>Station de Couiza sur la Salz</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr Guérin - Boîte archive 'Crues Salz'
1872 1992	Relevés des principales crues historiques à la station et étude statistique, profil en travers au niveau du pont, étude de la correspondance entre les hauteurs à Couiza et Cassaignes.	
<b>Reference 246</b>	<b>Route départementale et chemin de grande communication n°12 - Cassaignes - Projets et travaux</b>	Archives départementales de l'Aude Côte OW456
1884 1921	Construction de la route et acquisition des terrains: reconstruction de murs de soutènement emportés par les crues: 1884, 1888, 1892 (emportés en 1892), 1903, 1915, 1919, 1921, avec plans, profils, parfois cotes de la crue de 1891 ou côte 'hautes eaux'.	
<b>Reference 146</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>	Archives départementales de l'Aude Côte 13M770
1889 1940	Concernent uniquement l'amont de Carcassonne. Les rapports donnent de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents (avec souvent les niveaux atteints): Salz et Lauquet, Agly, mais aussi Boulzane, Rebenty, Sou, St Bertrand, Ayguette.	
<b>Reference 228</b>	<b>Repères de crue - 25 Octobre 1891</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1891 1914	Rapport de 1914 sur les échelles hydrométriques dans l'arrondissement de Limoux. Liste des repères de crue posés après 1891 entre Couiza et Rennes les Bains. Liste récente des repères de crue à Couiza incluant 1891 et 1940.	
<b>Reference 32</b>	<b>Hauteurs atteintes aux stations d'observation pendant les grandes crues</b>	DDE de l'Aude Côte
1891 1977	Récapitulatif des principales crues et des côtes atteintes aux différentes stations dont la Salz à Couiza, Le Lauquet à Leuc, l'Orbieu à Lagrasse et à Luc, La Cesse à Mirepeisset. Indique les cas où la côte d'alerte n'a pas été dépassée (seuil supérieur).	

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 217</b>	<b>Salz 1800-1899, 1930-1939,</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'
1891 1992	Rapports à caractère général sur les événements de crue, chroniques horaires d'observation et/ou côtes PHE pour la Salz en 1891, 1898, 1930, 1937, 1938, 1939, 1940, 1942, 1944, 1952, 1953, 1959, 1962, 1963, 1965, 1968, 1969, ..		
<b>Reference 220</b>	<b>P.H.E.C. (Plus Hautes Eaux Connues), Repères de crues. Bassin Versant de la Salz.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1891 1992	Inventaire des repères de crue existant dans les communes de Rennes les Bains, Arques, Peyrolles, Serres, Coustaussa, Couiza. Plans généraux précisant la localisation des repères et une fiche par repère, avec photographie, hauteur / TN, et altitude NGF.		
<b>Reference 255</b>	<b>Plan de prévention des risques d'inondation - Commune de Rennes les Bains</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau prévention des risques - Salle archives
1891 1992	Avec un historique rapide des principaux événements dont les crues de 1891 et 1992, et un inventaire des repères de crue existant . Le plan intitulé 'Atlas des phénomènes naturels' regroupe les informations sur les PHE, il reste à copier.		
<b>Reference 149</b>	<b>Inondations: renseignements, rapports, correspondance et secours ..</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 7M127
1893 1919	Télégrammes indiquant les niveaux atteints et estimations de dégâts pour indemnisations: 13 janv. 1898, télégrammes à 6h50 'Orbieu atteint 3m50 à Lagrasse' et à 10h35 'Lauquet atteint 3m à St Hilaire; 3 juin 1900 'Orbieu ponts emportés, puis 1907, etc ..		
<b>Reference 238</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine Préfecture - LA SALS</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW392
1899 1931	Courrier du Maire de Couiza pour trav. de réparation aux dégâts liés à la crue de 1930; Rapport de 1920 pour démolition du barr. dans la traversée de Rennes les Bains, avec analyse de l'écoulement des crues (profil en travers avec côte de 1820).		
<b>Reference 38</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>	DDE de l'Aude	Côte
1900 1932	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Parfois données pluvio. Côtes pour l'Aude; Le Lauquet en 1907; la Salz en 1891 et le 9 Février 1930; l'Orbiel en mars 1930 (graphique); La Berre à Portel (4m30 au dessus étiage le 15 déc 1932).		
<b>Reference -1639621020</b>	<b>Routes Nationales - Grosses réparations à la suite d'inondations et de chutes de neige.</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW2821
1907 1907	Grosses réparations à la suite d'inondations et de chutes de neige. Réfection des garde corps du pont sur la Salz à Couiza (RN118), endommagés par la crue du 12 oct. 1907, qui a atteint un niveau de 5,9 m à l'échelle et a submergé la chaussée de 0,7m.		
<b>Reference 191</b>	<b>Restauration et conservation des terrains en montagne 3ème partie, 1911; département de l'Aude.</b>	Institut de Géographie Alpine - Fonds M.Pardé	Côte 2633
1911 1911	Secteur par secteur, descriptif des terrains présents, et de leur vulnérabilité aux pluies en fonction de la végétation présente; détail des surfaces concernées; programme de protection des terrains à prévoir; avec de nombreuses planches photographiques.		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 237</b>	<b>Thème 'Navigation intérieure', rivières et ruisseaux. Origine</b> <b>Ponts et Chaussées - LA SALZ</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte SW876
1915 1944	Démolition du barrage dans la traversée de Rennes les Bains avec description de l'ouvrage et des problèmes qu'il cause lors des crues (sans plan); réclamation des riverains de la Salz à Couiza suite aux crues de 1930/1940 et février 1944.		
<b>Reference 148</b>	<b>Inondations: compte-rendus de dégâts occasionnés, enquête sur l'état des terrains, souscription ..</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 13M770
1930 1940	Rapports donnant de nombreuses indications sur la pluviométrie et les crues des affluents avec les dégâts occasionnés et souvent les niveaux atteints. Indications également sur le taux de boisement des bassins versants.		
<b>Reference 244</b>	<b>Voirie vicinale - Fonds de la préfecture - Chemins vicinaux ordinaires - Commune de Rennes les Bains</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte OW2537
1931 1932	Crédits accordés à la commune pour réparation des dégâts aux chemins et bâtiments communaux suite aux orages de mars 1930. Descriptif sommaire des réparations effectuées (toitures, éboulements, ..) mais pas d'éléments sur l'intensité de la crue.		
<b>Reference 24</b>	<b>Bassin de l'Aude - Registre des crues 1932-1939</b>	DDE de l'Aude	Côte
1932 1939	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations de Moussoulens, Puichéric Carcassonne Limoux et Quillan sur l'Aude, Lagrasse sur l'Orbieu et Couiza sur la Salz. Copie effectuée pour Couiza.		
<b>Reference 132</b>	<b>Rapports et correspondance du Cabinet du Préfet concernant les sinistres et les événements malheureux</b>	Archives départementales de l'Aude	Côte 7M203
1933 1943	Classé par inondation, avec parfois les niveaux: 28/04/1942 (Cesse à +6m à Mirpeisset, moins fort sur Salz et Lauquet), 30/11/1941(Cesse), Oct 1940 (Salz 6m30 à Couiza, pont submergé, égalt Lauquet, Orbiel, Verdoube pont emporté), 1939, 1936, 1935.		
<b>Reference 39</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>	DDE de l'Aude	Côte
1933 1944	Courriers, rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnigraphes, pluviométrie, jaugeages(1940). Côtes pour l'Aude; Le Lauquet en 1938-39; L'Argent Double en 1938, 1940; Le Sou (pont du Sou), l'Orbiel, la Cesse, la Salz et l'Orbieu en 1940.		
<b>Reference 215</b>	<b>Relevés d'observations de la station de Couiza sur la Salz</b>	DDE de l'Aude	Côte Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'
1933 1966	Relevés journaliers et parfois horaires ou toutes les 4 heures lors des crues, effectués par l'observateur, classés par année. Manque les périodes janv-sept 1933, janv-sept 1937,		
<b>Reference 216</b>	<b>Service d'annonce des crues - Rivière de la Salz - Station de Couiza - relevés de crues</b>	DDE de l'Aude	Côte Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'
1937 1952	Chroniques d'observations horaires relevées lors des crues de la Salz. Pour chaque crue entre 1937 et 1944, et entre 1948 et 1952 (hors 1949).		

Numéro Référence	Titre et Informations		Origine
<b>Reference 29</b>	<b>Registre de crues 1938-1857</b>		DDE de l'Aude Côte
1938 1957	Cahier d'observateur contenant les relevés à Limoux Carcassonne Puichéric et Moussoulens sur l'Aude et Lagrasse sur l'Orbieu. Parfois à Mirepeisset sur la Cesse. Feuillet sur crues de 40-42 avec données sur la Salz l'Orbiel et l'Argent double (copiés).		
<b>Reference 227</b>	<b>Repères de crue - Octobre 1940</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr DEVOS
1940 1940	Liste des repères de crue posés suite à la crue d'Octobre 1940 dans l'arrondissement de Limoux. Les courbes d'eau concernés sont L'Aude, l'Agly, La Blanque, l'Orbieu, La Salz, ruis. de St Bertrand, La Boulzane, le Sou, le Lauquet, la Lauquette.		
<b>Reference 10</b>	<b>Bassin de l'Aude - Crue du 17 au 20 octobre 1940</b>		Institut de Géographie Alpine - Côte 1174 Fonds M.Pardé
1940 1940	Rapport sur la crue avec côtes max des affluents: 6m30 pour la Salz à Couiza, 2m00 pour l'Orbiel à Lastours, 6m00 pour l'Orbieu à Lagrasse, 5m50 pour la Cesse. Avec limni aux stations sur l'Aude, la Salz et l'Orbieu. Courbe de tarage à Moussoulens		
<b>Reference 187</b>	<b>Dossiers scientifiques spécifiques - études de cas par crue - France: crues 1951-1957</b>		Institut de Géographie Alpine - Côte 1152 Fonds M.Pardé
1942 1952	Rens. fournis par les P. et C. en 1953: Agly à rivesaltes: 3,20 m le 28/04/42, 1,80 m 2/2/52; Salz à Couiza: 2,80 m le 28/04/42, 2,30 15/12/43, 2,80 24/02/44, 2,50 17/04/44, Orbiel à Lagrasse: 4,20 le 28/04/42, manque graphiques de 1952 dans l'aude.		
<b>Reference 40</b>	<b>Renseignements sur les crues de l'Aude</b>		DDE de l'Aude Côte
1945 1969	Rapports, relevés classés par crue. Avec graphiques, limnis, pluviométrie avec cartes. Côtes pour l'Aude, la Salz (copié), la Cesse, l'Orbieu; La Nielle à St Laurent et L'Alsou à Lagrasse en 1960, 59 et 58; le Lauquet en 68, 59 et 52 (copié).		
<b>Reference 26</b>	<b>Registre de crues</b>		DDE de l'Aude Côte
1953 1971	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations de Couiza Limoux Carcassonne Pezens Puichéric Moussoulens (Aude), Couiza (Salz, copiés), Leuc (Lauquet, copiés), Lagrasse (Orbieu) et Mirepeisset (Cesse). Quelques rares niveaux sur Orbiel et Clamoux		
<b>Reference 253</b>	<b>Courriers divers relatifs à la création ou l'abandon de stations de jaugeage.</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation - Boîte archive 'Divers'
1960 1968	Descriptif des stations hydrométriques principales et secondaires en 1968. Abandon déjà prévu des stations de Couiza et Leuc en 1961.		
<b>Reference 212</b>	<b>Station de Cassaignes sur la Salz - Jaugeages</b>		DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1965 2003	Détail des jaugeages effectués et courbes de tarages issue de ces jaugeages.		



Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 211</b>	<b>Station de Cassaignes sur la Salz - Renseignements</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau exploitation
1965 2003	Informations concernant l'installation, la position et les caractéristiques de la station. Avec notamment photos du site, profil en travers, côte du zéro de l'échelle, surface drainée, etc...	
<b>Reference 89</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 20
1968 1973	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 31</b>	<b>Graphiques des crues</b>	DDE de l'Aude Côte
1972 1982	Registre de graphiques des principales crues entre 1972 et 1982. Concernent les stations de l'Aude, de l'Orbieu (Lagrasse et Luc), parfois de la Cesse (Bize) et de la Salz (Couiza).	
<b>Reference 30</b>	<b>Registre de crues</b>	DDE de l'Aude Côte
1972 1982	Cahier d'observateur contenant les relevés aux stations sur l'Aude, à Couiza sur la Salz (copiés), à Pezens sur le Fresquel, à Leuc et St Hilaire sur le Lauquet (copiés), à Lagrasse et Luc sur l'Orbieu, et à Bize sur la Cesse.	
<b>Reference 90</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 21
1974 1977	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 91</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 22
1978 1982	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 92</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 23
1983 1987	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 93</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 24
1988 1993	Limnigraphes sur toute la période.	

Numéro Référence	Titre et Informations	Origine
<b>Reference 218</b>	<b>Crue de la Salz du 26 Septembre 1992. Etude hydrologique, rapport du sac de l'Aude, n° spécial inond</b>	DDE de l'Aude Côte Bureau de Mr Guerin - Boite archive 'Crues Salz'
1992 1992	Rapports décrivant de façon détaillée l'événement avec données pluvio, estimation des débits, dégâts occasionnés, photos. Débit estimé entre 900 et 1100 m3/s à Couiza. Photos de la maison 'de la Pharmacie' à Couiza (là où se trouvait l'ancienne échelle)	
<b>Reference 94</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 25
1994 1999	Limnigraphes sur toute la période.	
<b>Reference 95</b>	<b>Limnigraphes archivés pour la station de Cassaignes sur la Salz.</b>	DDE de l'Aude Côte 26
1999	Limnigraphes sur toute la période.	



Annexe C :

Estimations des débits de pointe des  
crues historiques, par cours d'eau



## Bassin de la Clamoux

Tableau récapitulatif des crues recensées sur la Clamoux

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la côte PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m³/s)	Q <sub>mini</sub> (m³/s)	Q <sub>maxi</sub> (m³/s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>maxi</sub> /S <sup>0,8</sup>
1772										
1788										
1804										
1807										
1808										
1820										
1834										
1844		Villeneuve - Pont du couvent	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°1	88	66	110	4,42	3,32	5,53
1855										
1862										
1874		Villeneuve - Pont RD112	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°2 - Les estimations n°3 à 5 sont cohérentes.	100	75	125	5,03	3,77	6,29
1875										
1891		Villeneuve - Pont RD112	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°6 - Les estimations n°7 et 8 sont cohérentes.	104	78	130	5,23	3,92	6,54
1901										
1902										
1906										
1907										
1911										
1921		Villeneuve - Pont du couvent	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°9	165	80	220	8,30	4,02	11,06
1930		Villeneuve - Pont de la RD112 (station limni)	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°10, et cohérentes avec l'estimation n°11.	96	63	120	4,83	3,17	6,03
1932										
1934										
1940		Villeneuve - Pont de la RD112 (station limni)	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°12	96	63	120	4,83	3,17	6,03
1962										
1964	0,86	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±15%	16,0	13,6	18,4	0,80	0,68	0,93
1965	1,16	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±15%	31,0	26,4	35,7	1,56	1,32	1,79
1966	0,90	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±15%	18,0	15,3	20,7	0,91	0,77	1,04
1967	0,60	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±1%	4,0	3,9	4,0	0,20	0,20	0,20
1968	0,72	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±1%	8,4	8,3	8,4	0,42	0,42	0,42
1969	0,84	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±15%	15,0	12,8	17,3	0,75	0,64	0,87
1970	1,20	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à ±15%	33,0	28,1	38,0	1,66	1,41	1,91

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la cote PHE	Surface drainée (km <sup>2</sup> )	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>mini</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>maxi</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>maxi</sub> /S <sup>0,8</sup>
1971	0,82	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	14,0	11,9	16,1	0,70	0,60	0,81
1972	0,78	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	11,7	11,6	11,8	0,59	0,58	0,59
1973	0,85	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	15,5	13,2	17,8	0,78	0,66	0,90
1974	0,80	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	13,1	11,1	15,1	0,66	0,56	0,76
1975	0,63	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	4,9	4,8	4,9	0,24	0,24	0,25
1976	0,58	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	3,4	3,4	3,4	0,17	0,17	0,17
1977	0,65	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	5,6	5,5	5,6	0,28	0,28	0,28
1978	0,73	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	8,9	8,8	9,0	0,45	0,44	0,45
1979	0,72	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	8,4	8,3	8,4	0,42	0,42	0,42
1980	0,63	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	4,9	4,8	4,9	0,24	0,24	0,25
1981	0,79	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	12,4	12,3	12,5	0,62	0,62	0,63
1982	0,80?	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	13,1	11,1	15,1	0,66	0,56	0,76
1983	0,84	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	15,0	12,8	17,3	0,75	0,64	0,87
1984	0,90?	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	18,0	15,3	20,7	0,91	0,77	1,04
1985	0,73	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	8,9	8,8	9,0	0,45	0,44	0,45
1986	0,65	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	5,6	5,5	5,6	0,28	0,28	0,28
1987	1,16	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	31,0	26,4	35,7	1,56	1,32	1,79
1988	0,85	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	15,5	13,2	17,8	0,78	0,66	0,90
1989	0,65	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-1%	5,6	5,5	5,6	0,28	0,28	0,28
1990	0,80?	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	13,1	11,1	15,1	0,66	0,56	0,76
1991	0,81?	Station limni de Villeneuve	42	Valeur issue de la courbe de tarage DDE n°1, intervalle correspondant à +-15%	13,5	11,5	15,5	0,68	0,58	0,78
1999		Villeneuve - aval du pont du couvent	42	Valeurs issues de l'estimation de débit n°13	190	150	220	9,55	7,54	11,06



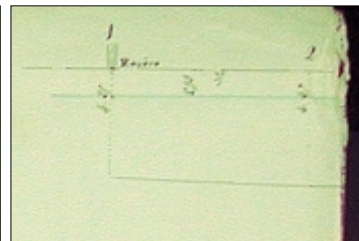
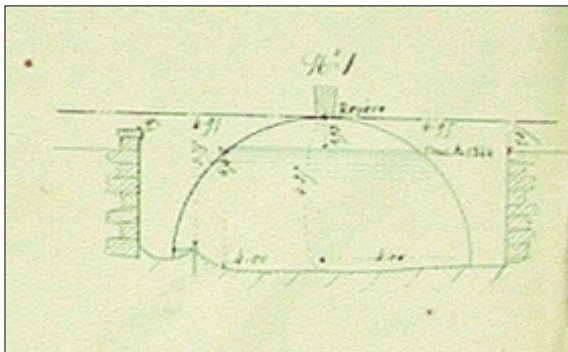


## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°1

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont du couvent</b>
Date de la crue: <b>1844</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Référence n°157

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Extrait du profil en long figurant sur les plans

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)
1	0	8	0,0	0,0
2	0	7	0,0	2,6
3	0	6	0,0	3,5
4	0	5	0,0	3,9
5	0	4	0,0	4,0
6	0	3	0,0	3,9
7	0	2	0,0	3,5
8	0	1	0,0	2,6
9	0	0	0,0	0,0

## Commentaires

Section donnée par des plans de la référence 157 (face aval du pont).

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 3,34

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3,34
0	10	3,34

## Commentaires

Côte figurant sur les plans de la référence 157 (d'après les plans, cette côte est donnée au niveau de la face aval du pont).

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,01

## Commentaires:

Pente du lit, donnée par le profil en long figurant sur les plans de la référence 157.

Pente mesurée également mesurée à 0,011 lors du levé effectué sur le site en août 2004.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,34

Surface mouillée en lit mineur, sous l'ouvrage: 21,99

Surface mouillée totale, en m²: 21,99

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 1,32

V (m/s) = 3,01

Q (m³/s) = 66,10

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 5,72

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, qui est celle du fond du lit, ainsi que la section mouillée, sont fournies par les mêmes plans et sont considérées comme fiables.

La formule de Manning-Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique pour sa part dépasse les 5 m/s.

La côte hautes eaux est donnée sur la face aval du pont. Dans cette zone la vitesse est élevée, elle s'approche probablement de la vitesse critique. Nous avons considéré qu'elle est comprise entre 3 et 5 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 110 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 66 m³/s

Le débit probable correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 88 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

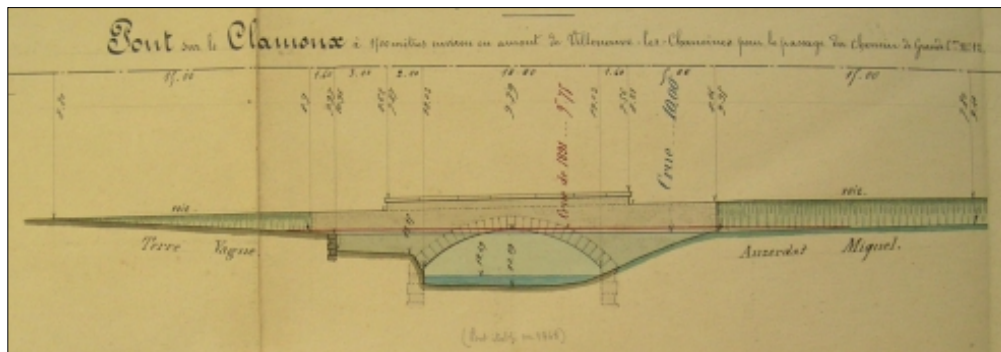
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	22		3	66 m³/s	3,32
Hypothèse haute:	22		5	110 m³/s	5,53
Hypothèse intermédiaire:	22		4	88 m³/s	4,42

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°2

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont sur le CD 112</b>
Date de la crue: <b>1874</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Références n°222, 72 (profil en long de 1934), 61 (profil en travers), levé de terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)
1	0	10	2,00	2,97
2	0	9,52	2,00	3,47
3	0	8,52	2,00	4,27
4	0	7,52	2,00	4,82
5	0	6,52	2,00	5,17
6	0	5,52	2,00	5,37
7	0	4,4	2,00	5,37
8	0	3,4	2,00	5,22
9	0	2,4	2,00	4,87
10	0	1,4	2,00	4,32
11	0	0,55	2,00	3,57
12	0	0	2,00	2,97

## Commentaires:

Section donnée par un plan de la référence 222, complétée plus précisément grâce au plan récent de la référence 61.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 5

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5
0	10	5

## Commentaires

La cote est donnée par le plan de la référence 222.

La date indiquée sur ce plan est 1872 mais il s'agit très probablement d'une confusion avec la crue de 1874.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011

## Commentaires

Pente du fond du lit donnée par le profil en long de 1934 dans ce secteur: 0,01 à l'amont, 0,011 à l'aval.

Pente confirmée par un levé de terrain effectué en août 2004: 0,0107

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue en m: 5

Surface mouillée en lit mineur, en m²: 25,15

Surface mouillée totale, en m²: 25,15

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 1,01

V (m/s) = 2,63

Q (m³/s) = 66,22

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 5,42

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section considérée ici est celle du pont de la RD112, sur lequel a été installée par la suite la station de jaugeage.

La pente est donnée par un profil en long du cours d'eau relevé en 1934 (référence 72), elle ne semble pas avoir évolué dans le temps.

La formule de Manning Strickler donne des vitesses moyennes de 2 à 3 m/s, mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique pour sa part dépasse les 5 m/s.

L'ouvrage étant quasiment en charge, il est probable que le régime critique ait été atteint sous le pont.

On peut supposer que la cote donnée par le plan correspond à la face amont du pont, où la vitesse doit rester un peu inférieure à la vitesse critique.

La fourchette de vitesses retenue est finalement de 3 à 5 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 125 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 75 m³/s

Le débit probable correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 100 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

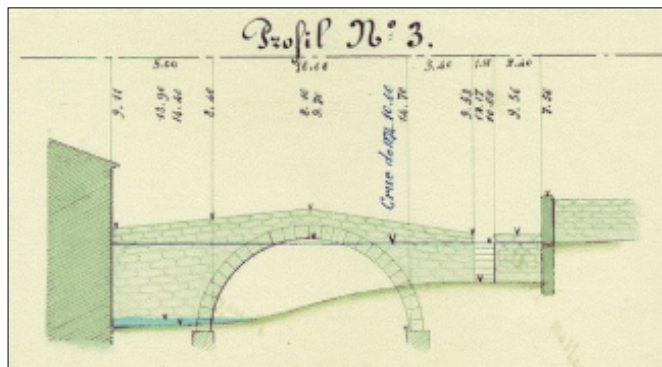
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	25		3	75 m³/s	3,77
Hypothèse haute:	25		5	125 m³/s	6,29
Hypothèse intermédiaire:	25		4	100 m³/s	5,03

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°3

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont du couvent</b>
Date de la crue: <b>1874</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Référence n°158

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)	Zparapet (m)
	16,9	2,53	0,0	5,15
	13,4	2,53	0,0	5,15
0	10	2,53	0,0	5,74
0	9	2,31	3,0	5,91
0	8	2,08	4,0	6,08
0	7	1,86	4,6	6,25
0	6	1,64	4,9	6,43
0	5	1,42	5,0	6,6
0	4	1,19	4,9	6,50
0	3	0,97	4,6	6,30
0	2	0,75	4,0	5,99
0	1	0,52	3,0	5,59
0	0	0,30	0,0	5,09
0	-5	0,30	0,0	5,59

## Commentaires

Section donnée par des plans de la référence 158, datés de 1878. Ces plans n'évoquent pas la crue de 1875.

## Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,7
0	10	4,7

## Commentaires

Côte figurant sur les plans de la référence 158.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011

## Commentaires:

Pas de profil en long sur les plans donnant la section et la côte de la crue, mais d'autres plans, datés de 1849, donnaient une pente du lit de 1% dans ce secteur. Par ailleurs la pente a été mesurée à 0,011 dans ce même secteur lors d'un levé de terrain effectué en août 2004, ce qui laisse penser qu'elle a peu varié au cours du temps.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,7

Surface mouillée en lit mineur, sous l'ouvrage: 23,12

Surface mouillée totale, en m²: 23,12

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 1,19

V (m/s) = 2,95

Q (m³/s) = 68,12

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 6,05

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La pente est donnée par des plans antérieurs de 25 ans à la crue, mais on peut supposer qu'elle a peu varié dans le temps. La section mouillée est également considérée comme fiable.

La formule de Manning Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage.

L'ouvrage étant quasiment en charge, il est probable que le régime critique ait été atteint sous celui-ci.

La vitesse critique calculée nous semble toutefois élevée puisqu'elle dépasse les 6 m/s (calculée sur la base d'une hauteur d'eau de 3,7 m, la hauteur n'étant pas uniforme dans la section).

La côte hautes eaux étant donnée au niveau de la face amont de l'ouvrage, dans cette section la vitesse est probablement restée sensiblement inférieure à cette vitesse critique.

La fourchette de vitesses retenue varie est finalement de 3 à 5 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 115 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 69 m³/s

Le débit probable correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 92 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

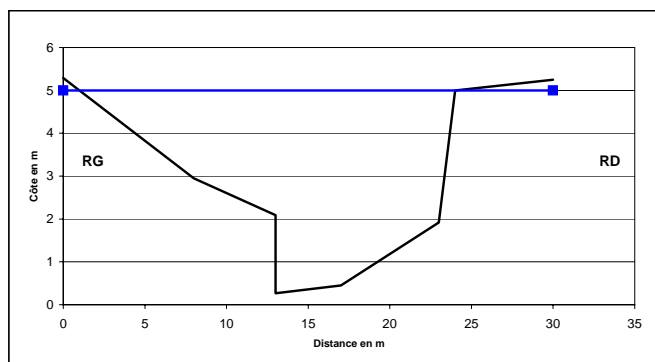
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s):	Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	23		3	69 m³/s	3,47
Hypothèse haute:	23		5	115 m³/s	5,78
Hypothèse intermédiaire:	23		4	92 m³/s	4,63

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°4

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>120 m en amont du pont de la RD620</b>
Date de la crue: <b>1874</b>	Surface drainée: <b>48 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: références n°222, 72 (profil en long de 1934).

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	5,29
2	0	8	2,95
3	0	13	2,09
4	0	13	0,27
5	0	17	0,45
6	0	23	1,92
7	0	24	5
8	0	30	5,25

## Commentaires:

La section est donnée par les plans de la référence 222.  
Elle se situe 120 m à l'amont du pont de la RD620

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 5

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5
0	30	5

## Commentaires:

La cote est donnée par les plans de la référence 222.  
La date de crue indiquée sur ces plans est 1872, mais il s'agit probablement d'une confusion avec la crue de 1874.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

## Commentaires:

D'après le profil en long de 1934 (référence 72), la pente est de 0,005 à l'amont et 0,008 à l'aval du pont.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

Côte de ligne d'eau retenue, en m: 5

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 42,99  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 20,60

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 63,59

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 2,69  
V (m/s) = 2,32  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 99,88

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 1,37  
V (m/s) = 0,87  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 18,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 117,87

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,64

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section utilisée est donnée par la référence 222.

La cote PHE de la crue peut être considérée comme fiable.

La pente du lit n'est pas connue avec précision, mais on peut se baser sur la pente mesurée en 1934 dans la zone (référence 72).

(Il ne semble pas que la pente de lit de la Clamoux évolue de façon importante dans le temps)

Dans cette section l'hypothèse de régime uniforme a été admise, et les débits calculés directement à partir de la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler sont considérés comme compris entre 5 et 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15, le débit est de 97 m<sup>3</sup>/s.

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20, le débit est de 145 m<sup>3</sup>/s

Le débit probable correspond à des coefficients K de 10 et 17, soit un débit de 118 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

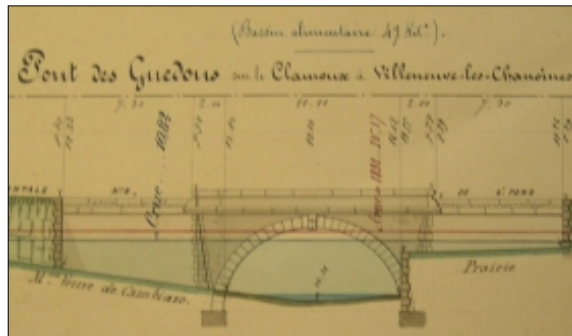
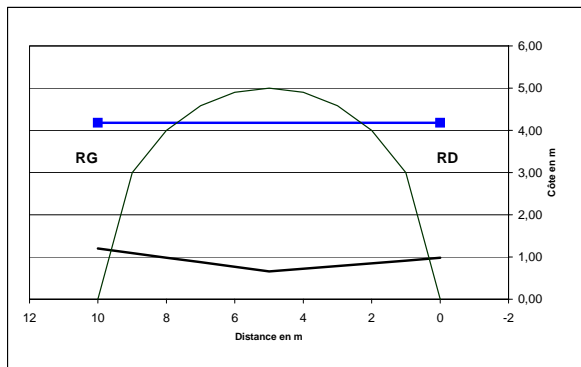
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	43	21	97 m <sup>3</sup> /s	4,38
Hypothèse haute:	43	21	145 m <sup>3</sup> /s	6,55
Hypothèse intermédiaire:	43	21	118 m <sup>3</sup> /s	5,33

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°5

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Aval de Villeneuve Minervois - Pont sur la RD620</b>
Date de la crue: <b>1874</b>	Surface drainée: <b>48 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: Références n°222, 72 (profil en long de 1934). Levé de terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)
1	0	10	1,20	0,0
2	0	9	1,09	3,0
3	0	8	0,98	4,0
4	0	7	0,88	4,6
5	0	6	0,77	4,9
6	0	5	0,66	5,0
7	0	4	0,72	4,9
8	0	3	0,79	4,6
9	0	2	0,85	4,0
10	0	1	0,92	3,0
11	0	0	0,98	0,0

## Commentaires

Section déduite des plans de la référence 222.

Le pont est une arche plein cintre de 10 m de diamètre, comblée en partie par le lit du cours d'eau (ce qui est toujours le cas aujourd'hui)

## Levé des côtes de la crue Côte retenue, en m: 4,18

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,18
0	10	4,18

## Commentaires

Côte de la crue figurant sur les plans de la référence 222.

La date de crue indiquée est 1872, mais il s'agit très probablement d'une confusion avec la crue de 1874.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,007

## Commentaires

D'après le profil en long de 1934 (référence 72), la pente est de 0,005 à l'amont et 0,008 à l'aval du pont

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,18
Surface mouillée en lit mineur, en m <sup>2</sup> : 26,15
Surface mouillée totale, en m <sup>2</sup> : 26,15

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

$$K = 25,00$$

$$R_h = 1,45$$

$$V \text{ (m/s)} = 2,68$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 70,16$$

## Calcul de la vitesse critique:

$$V \text{ (m/s)} = 5,66$$

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente est donnée par le profil en long du cours d'eau relevé en 1934. La pente du lit de la Clamoux semblant peu varier dans le temps, cette pente est considérée comme fiable, tout comme la section mouillée.

La formule de Manning Strickler aboutit à des vitesses de 2 à 3 m/s, mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique pour sa part dépasse les 5 m/s.

Il est probable qu'un passage en régime critique se soit produit sous le pont, celui-ci étant presque en charge.

Toutefois le niveau d'eau indiqué correspond probablement à la face amont du pont, et dans cette section la vitesse reste probablement sensiblement inférieure à la vitesse critique.

Nous avons considéré que la vitesse était comprise entre 3 et 5 m/s

En hypothèse basse avec une vitesse de 3 m/s on obtient un débit de 78 m<sup>3</sup>/s.

En hypothèse haute avec une vitesse de 5 m/s on obtient un débit de 130 m<sup>3</sup>/s.

Le débit probable est intermédiaire avec une vitesse de 4 m/s soit un débit de 104 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

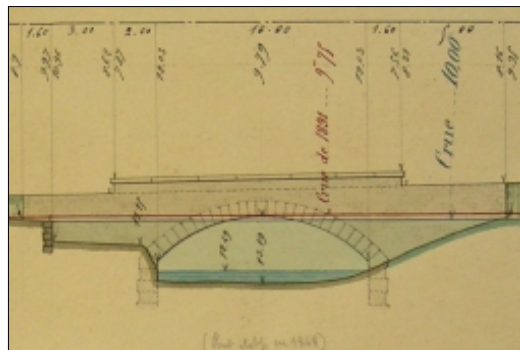
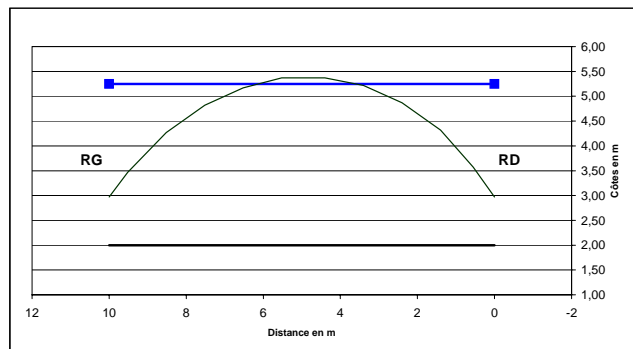
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup> :		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s):	Débit:	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	26		2,5	78 m <sup>3</sup> /s	3,52
Hypothèse haute:	26		5	130 m <sup>3</sup> /s	5,87
Hypothèse intermédiaire:	26		3,5	104 m <sup>3</sup> /s	4,70

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°6

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont du CD 112</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Références n°222, 72 (profil en long de 1934), 61 (profil en travers), levé de terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)
1	0	10	2,00	2,97
2	0	9,52	2,00	3,47
3	0	8,52	2,00	4,27
4	0	7,52	2,00	4,82
5	0	6,52	2,00	5,17
6	0	5,52	2,00	5,37
7	0	4,4	2,00	5,37
8	0	3,4	2,00	5,22
9	0	2,4	2,00	4,87
10	0	1,4	2,00	4,32
11	0	0,55	2,00	3,57
12	0	0	2,00	2,97

## Commentaires:

Section donnée par un plan de la référence 222, complétée plus précisément grâce au plan récent de la référence 61.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 5,25

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5,25
0	10	5,25

## Commentaires

La cote est donnée par le plan de la référence 222.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

## Commentaires

Pente du fond du lit donnée par le profil en long de 1934 dans ce secteur: 0,01 à l'amont, 0,011 à l'aval.

Pente confirmée par un levé de terrain effectué en août 2004: 0,0107.

Il semble que la pente du lit évolue peu dans le temps dans cette section.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue en m: 5,25

Surface mouillée en lit mineur, en m²: 26,07

Surface mouillée totale, en m²: 26,07

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

$K = 25,00$

$R_h = 1,01$

$V \text{ (m/s)} = 2,64$

$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 68,93$

## Calcul de la vitesse critique:

$V \text{ (m/s)} = 5,65$

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section considérée ici est celle du pont de la RD112, sur lequel a été installée par la suite la station de jaugeage.

La pente est donnée par le profil en long du cours d'eau relevé en 1934 (référence 72), elle ne semble pas évoluer dans le temps et est donc considérée comme fiable, tout comme la section.

La formule de Manning Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique dépasse les 5 m/s.

L'ouvrage étant quasiment en charge, il est probable que le régime critique ait été atteint sous celui-ci.

Toutefois, la cote de la crue correspond probablement à la face amont de l'ouvrage, et dans cette section la vitesse doit être encore sensiblement inférieure à la vitesse critique.

La fourchette de vitesses retenue est par conséquent de 3 à 5 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 130 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 78 m³/s

Le débit probable correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 104 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	26		3	78 m³/s	3,92
Hypothèse haute:	26		5	130 m³/s	6,54
Hypothèse intermédiaire:	26		4	104 m³/s	5,23



## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°7

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont du couvent</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Référence n°222

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Section actuelle du pont, modifiée par rapport à celle 1891.

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)	Zparapet (m)
	16,9	2,53	0,0	5,15
	13,4	2,53	0,0	5,15
0	10	2,20	0,0	5,74
0	9	2,01	3,0	5,91
0	8	1,82	4,0	6,08
0	7	1,63	4,6	6,25
0	6	1,44	4,9	6,43
0	5	1,25	5,0	6,6
0	4	1,06	4,9	6,50
0	3	0,87	4,6	6,30
0	2	0,68	4,0	5,99
0	1	0,49	3,0	5,59
0	0	0,30	0,0	5,09
0	-5	0,30	0,0	5,59

Commentaires

Section donnée par les plans de la référence 222.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue en m: 5,1

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5,1
0	10	5,1

Commentaires

Côte figurant sur les plans de la référence 222.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

Commentaires:

Pas de profil en long sur les plans de la référence 222.

D'autres plans, datant de 1849, donnaient une pente du lit de 1% dans ce secteur.

Pente mesurée à 0,011 lors du levé effectué en août 2004, ce qui laisse penser que la pente a peu évolué dans le temps.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue en m: 5,1

Surface mouillée en lit mineur, sous l'ouvrage: 25,46

Surface mouillée totale, en m²: 25,46

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 1,31

V (m/s) = 3,14

Q (m³/s) = 80,04

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 7,07

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La pente est donnée par des plans antérieurs de 40 ans à la crue et par un levé récent. Elle ne semble pas avoir évolué. La section peut également être considérée comme fiable.

La formule de Manning-Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage.

La section est proche de celles des crues de 1844 et 1872. Sous le pont, qui est presque en charge, on peut considérer que la vitesse est élevée et qu'un passage en régime critique se produit.

Toutefois, comme dans le cas de la crue de 1872, la vitesse critique calculée nous paraît élevée car calculée à partir de la côte atteinte sur la face amont de l'ouvrage.

Le passage en régime critique se fait probablement sous le pont, mais pour une hauteur d'eau inférieure. Pour ces raisons, la fourchette de vitesses retenue, au niveau de la face amont du pont, est de 3 à 5 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 125 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 75 m³/s

Le débit probable correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 100 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s):	Débit:	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup> :
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	25		3	75 m³/s	3,77
Hypothèse haute:	25		5	125 m³/s	6,29
Hypothèse intermédiaire:	25		4	100 m³/s	5,03

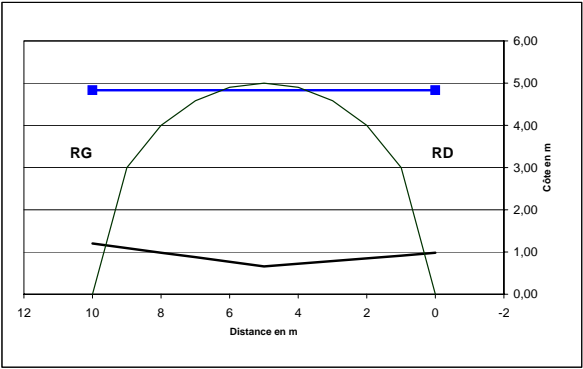


Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°8

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Aval de Villeneuve Minervois - Pont de la RD620</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>48 km²</b>

Références documentaires utilisées: Références n°222, 72 (profil en long de 1934). Levé de terrain.

SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES				
Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage				
	E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)
1	0	10	1,20	0,0
2	0	9	1,09	3,0
3	0	8	0,98	4,0
4	0	7	0,88	4,6
5	0	6	0,77	4,9
6	0	5	0,66	5,0
7	0	4	0,72	4,9
8	0	3	0,79	4,6
9	0	2	0,85	4,0
10	0	1	0,92	3,0
11	0	0	0,98	0,0
Commentaires				
Section déduite des plans de la référence 222.				
Le pont est une arche plein cintre de 10 m de diamètre, comblée en partie par le lit du cours d'eau (ce qui est toujours le cas aujourd'hui)				
Levé des côtes de la crue				
Côte retenue, en m: 4,83				
	E (m)	N (m)	Z (m)	
	0	0	4,83	
	0	10	4,83	
Commentaires				
Côte de la crue figurant sur les plans. La date de crue indiquée est 1872, mais il s'agit très probablement d'une confusion avec la crue de 1874.				
Pente de la ligne d'eau				
Pente retenue: 0,007				
Commentaires				
D'après le profil en long de 1934 (référence 72), la pente est de 0,005 à l'amont et 0,008 à l'aval du pont				

CALCULS INTERMÉDIAIRES	
Calcul de surface mouillée	
cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,83	
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 28,91	
Surface mouillée totale, en m²: 28,91	
Calcul de vitesses et débits	
Application de la formule de Manning-Strickler:	
En lit mineur:	
K = 25,00	
Rh = 1,31	
V (m/s) = 2,51	
Q (m³/s) = 72,53	
Calcul de la vitesse critique:	
V (m/s) = 6,20	

ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente est donnée par le profil en long du cours d'eau relevé en 1934. Elle est considérée comme fiable (la pente du lit de la Clamoux semble peu évoluer dans le temps), tout comme la section. La formule de Manning Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique pour sa part dépasse les 6 m/s. La cote de la crue est manifestement donnée au niveau de la face amont du pont. Il est probable qu'un passage en régime critique se soit produit sous le pont, celui-ci étant presque en charge. Toutefois, au niveau de la face amont du pont la vitesse doit être encore sensiblement inférieure à la vitesse critique. Nous avons considéré une fourchette allant de 3 et 5 m/s. En hypothèse basse avec une vitesse de 3 m/s on obtient un débit de 87 m³/s. En hypothèse haute avec une vitesse de 5 m/s on obtient un débit de 145 m³/s. Le débit probable est intermédiaire avec une vitesse de 4 m/s soit un débit de 116 m³/s.

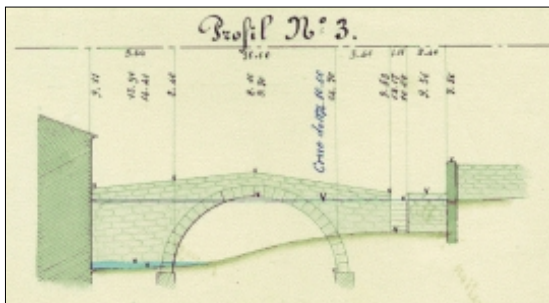
VALEURS DE DEBIT RETENUES				
	Surface mouillée, en m²:	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	29		87 m³/s	3,93
Hypothèse haute:	29		145 m³/s	6,55
Hypothèse intermédiaire:	29		116 m³/s	5,24

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°9

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont du couvent</b>
Date de la crue: <b>1921</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Référence n°158 pour la section (référence qui ne correspond pas à la crue de 1921), article de la Dépêche en 1962 pour la hauteur de ligne d'eau, rapport MATE d'Eric GAUME - 2000 (témoignages).

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Cette section correspond est donnée par des plans de 1878, indiquant la cote de la crue de 1874. Le pont a été emporté par la crue de 1921, et reconstruit avec une section différente. (cf. photo de la section actuelle, sur laquelle le bâtiment du couvent est également visible).



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

E (m)	N (m)	Zsol (m)	Ztablier (m)	Zparapet (m)
	16,9	2,53	0,0	5,15
	13,4	2,53	0,0	5,15
0	10	2,53	0,0	5,74
0	9	2,31	3,0	5,91
0	8	2,08	4,0	6,08
0	7	1,86	4,6	6,25
0	6	1,64	4,9	6,43
0	5	1,42	5,0	6,6
0	4	1,19	4,9	6,50
0	3	0,97	4,6	6,30
0	2	0,75	4,0	5,99
0	1	0,52	3,0	5,59
0	0	0,30	0,0	5,09
0	-5	0,30	0,0	5,59

## Commentaires:

Section déduite des plans de la référence 158.

## Levé des côtes de la crue

Cote échelle: 6,7

Zéro de l'échelle: 0,00 m

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	6,7
0	10	6,7

## Commentaires:

Côte très incertaine déduite d'un article de la Dépêche, paru en 1962, qui indique que 'la Clamoux qui roulait des eaux de 5 mètres, passait par-dessus les ponts du village et le Couvent était recouvert de deux mètres d'eau'. Les témoignages confirment que cette crue est la plus forte après celle de 1999, et qu'elle a emporté le pont du couvent. Un pont a également été emporté à Cabrespine.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011

## Commentaires:

Pente du lit mesurée à 0,011 lors d'un levé de terrain effectué en août 2004

Cette pente semble peu évoluer dans le temps, de plans de 1849 indiquant qu'elle était de 0,01 dans ce même secteur

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 6,7

Surface mouillée en lit mineur, sous l'ouvrage: 23,81  
Surface mouillée en lit mineur, au dessus de l'ouvrage 22,45

**Surface mouillée totale, en m²: 46,26**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous le tablier:

$K = 25,00$

$R_h = 1,23$

$V \text{ (m/s)} = 3,01$

$Q \text{ (m³/s)} = 71,58$

## Calcul de la vitesse critique:

(à partir de la hauteur de submersion au dessus du parapet)

$V \text{ (m/s)} = 3,28$

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La formule de Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s sous l'ouvrage mais n'est pas adaptée à cette section en charge.

La cote ligne d'eau donnée correspond plutôt à l'amont du pont (couvent noyé sous deux mètres d'eau). Cette cote est très incertaine. Le pont ayant été submergé, on peut considérer la cote comprise entre 5,60 (niveau du parapet RG) et 7 m (niveau probable au niveau du couvent, plus à l'amont), ce qui fait varier la surface mouillée de 28 à 52 m² !

Nous avons considéré une fourchette de vitesses de 3 à 5 m/s sous le tablier, et de 2,5 à 3,5 m/s (proche de la vitesse critique) pour l'écoulement au dessus du tablier.

En hypothèse haute, avec des vitesses de 5 m/s et 3,5 m/s, et une cote de 7 m, le débit est de 220 m³/s

En hypothèse basse, avec des vitesses de 3 et 2,5 m/s et une cote de 5,6 m, le débit est de 80 m³/s.

Le débit probable correspond à des vitesses de 4 m/s et 3 m/s et une cote de 6,7 m, soit un débit de 165 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

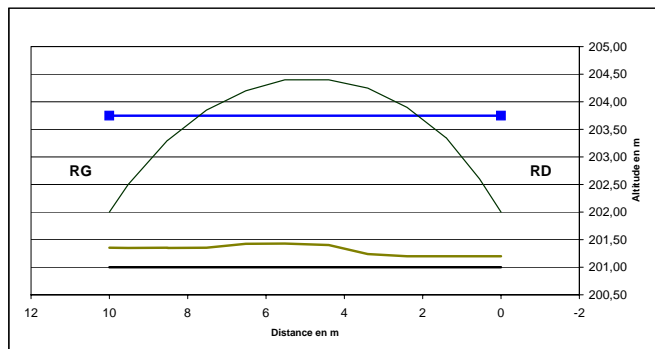
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	28		3 et 2,5	80 m³/s	4,02
Hypothèse haute:	52		5 et 3,5	220 m³/s	11,06
Hypothèse intermédiaire:	46		4 et 3	165 m³/s	8,30

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°10

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont sur le CD 112</b>
Date de la crue: <b>1930</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Références n°222 (section), 72 (profil en long de 1934 indiquant le niveau de la crue), 61 (section), levé de terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m) en 1891	Z(m) lit actuel	Ztablier (m)
1	0	10	201,00	201,35	202
2	0	9,52	201,00	201,35	202,5
3	0	8,52	201,00	201,35	203,3
4	0	8,51	201,00	201,35	203,3
5	0	7,52	201,00	201,35	203,85
6	0	6,52	201,00	201,43	204,2
7	0	5,52	201,00	201,43	204,4
8	0	4,4	201,00	201,40	204,4
9	0	3,4	201,00	201,24	204,25
10	0	2,4	201,00	201,20	203,9
11	0	1,41	201,00	201,20	203,35
12	0	1,4	201,00	201,20	203,35
13	0	0,55	201,00	201,20	202,6
14	0	0	201,00	201,20	202

## Commentaires:

La section donnée par un plan de la référence 61, sur laquelle les parties bétonnées situées en rives (restes du seuil installé en 1966) ont été supprimées.

La même section figure les plans de la référence 222, datant de la fin du XIXème siècle.

Sur ces plans la côte du lit est située plus bas, à environ un mètre sous les bords de l'arche (soit à l'altitude 201,00 m)

## Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 2,55

Zéro de l'échelle: 201,20 m

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	203,75
0	10	203,75

## Commentaires

La côte est obtenue grâce au profil en long de 1934 (référence 72) par différence entre la côte du repère de crue et celle du fond du lit mineur. Le repère de crue est toujours présent, situé sur la face amont du pont.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011

## Commentaires

Pente du fond du lit donnée par le profil en long de 1934 dans ce secteur: 0,01 à l'amont, 0,011 à l'aval.

Pente confirmée par le levé de terrain effectué en août 2004: 0,0107

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue en m: 203,75

Surface mouillée en lit mineur, lit XIXème siècle, en m²: 24,04  
Surface mouillée en lit mineur, lit actuel, en m²: 20,87

**Surface mouillée totale, en m²: 24,04**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 1,41

V (m/s) = 3,29

Q (m³/s) = 79,13

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 5,00

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section considérée ici est celle du pont de la RD112, sur lequel a été installé par la suite la station de jaugeage.

La pente du lit ainsi que la côte de la crue sont données par le profil en long du cours d'eau relevé en 1934 (référence 72). Ces données semblent fiables.

En revanche la section est incertaine, car donnée par deux documents, (datant de la fin du XIXème et d'une période très récente) laissant apparaître une évolution du fond du lit (léger comblement).

Suivant le document pris pour référence, la surface mouillée varie de 21 à 24 m².

On peut supposer que le comblement du lit est récent est liée à l'installation d'un seuil lors du fonctionnement de la station. Toutefois en hypothèse basse nous avons conservé une surface de 21 m².

La formule de Manning Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s mais n'est pas adaptée à cette section. Il est possible que le régime critique ait été atteint, la vitesse critique est évaluée à 5 m/s.

Nous avons considéré que la vitesse était comprise entre 3 et 5 m/s. Ces vitesses sont cohérentes avec celles données par la courbe de tarage de la station, pour des hauteurs bien inférieures ...

En hypothèse basse avec une section de 21 m² et une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 63 m³/s.

En hypothèse haute avec une section de 24 m² et une vitesse de 5 m/s on obtient un débit de 120 m³/s.

Le débit probable est intermédiaire, calculé avec une section de 24 m² et une vitesse de 4 m/s, soit un débit de 96 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

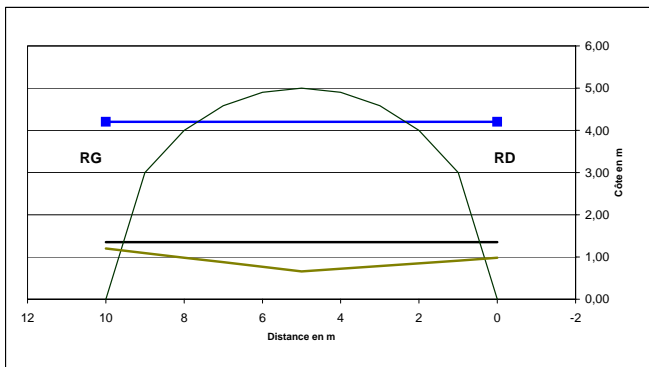
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
<b>Hypothèse basse:</b>	21		3	<b>63 m³/s</b>	<b>3,17</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	24		5	<b>120 m³/s</b>	<b>6,03</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	24		4	<b>96 m³/s</b>	<b>4,83</b>

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°11

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Aval de Villeneuve Minervois - Pont sur la RD620</b>
Date de la crue: <b>1930</b>	Surface drainée: <b>48 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: Références n°222 (section fin XIXème), 72 (profil en long de 1934). Repère de crue et levé de terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m) lit actuel	Z (m) lit fin XIXème	Z tablier (m)
1	0	10	1,35	1,20	0,0
2	0	9	1,35	1,09	3,0
3	0	8	1,35	0,98	4,0
4	0	7	1,35	0,88	4,6
5	0	6	1,35	0,77	4,9
6	0	5	1,35	0,66	5,0
7	0	4	1,35	0,72	4,9
8	0	3	1,35	0,79	4,6
9	0	2	1,35	0,85	4,0
10	0	1	1,35	0,92	3,0
11	0	0	1,35	0,98	0,0

## Commentaires

D'après un levé de terrain, le pont est une arche plein cintre de 5 m de diamètre, dont la partie basse est actuellement comblée par le lit du cours d'eau sur 1,35 m. Toutefois sur les plans de la référence 222 (fin XIXème), le niveau du lit est situé sensiblement plus bas.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 4,2

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,2
0	10	4,2

## Commentaires

Côte donnée par un repère de crue situé sur la face amont rive gauche du pont. D'après le profil en long de 1934 (référence 72), ce repère est situé à 2,85 m au dessus du fond du lit. Ceci correspond au niveau actuel du fond du lit, mesuré lors du levé de terrain. Il semble donc que le comblement du lit dans cette section soit antérieur à 1930 (peut être lié à la crue de 1921)

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,007

## Commentaires

D'après le profil en long de 1934 (référence 72), la pente est de 0,005 à l'amont et 0,008 à l'aval du pont

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,2  
 Surface mouillée en lit mineur, lit XIXè siècle, en m²: 26,25  
 Surface mouillée en lit mineur, lit actuel, en m²: 21,50  
**Surface mouillée totale, en m²: 21,50**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:  
 $K = 25,00$   
 $R_h = 1,37$   
 $V \text{ (m/s)} = 2,58$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 55,46$

## Calcul de la vitesse critique:

$V \text{ (m/s)} = 5,29$

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente du lit ainsi que la cote de la crue sont donnés par le profil en long du cours d'eau levé en 1934 (référence 72). La cote est confirmée par un repère de crue situé sur la face amont du pont. La section en revanche est incertaine, car un léger comblement du lit s'est produit entre la fin du XIXème et aujourd'hui. Aucun document ne permet de connaître la section exacte à l'époque de la crue. Toutefois la référence 72, qui indique que le repère de crue était situé 2,85 m au dessus du fond du lit en 1934, laisse supposer que le lit était déjà proche de son niveau actuel. Le comblement serait donc antérieur à 1930. Suivant l'hypothèse retenue (comblement antérieur ou postérieur à 1930), la surface mouillée varie de 21,5 à 26,25 m². En hypothèse haute nous avons conservé une surface de 26,25 m². La formule de Manning Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s sous l'ouvrage mais n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage. La vitesse critique pour sa part dépasse les 5 m/s. Le régime critique est probablement atteint sous le pont, mais au niveau de la face amont de l'ouvrage, où se situe le repère, la vitesse doit rester sensiblement inférieure à la vitesse critique. Nous avons considéré des vitesses comprises entre 3 et 5 m/s. En hypothèse basse avec une surface mouillée de 21,5 m² et une vitesse de 3 m/s on obtient un débit de 65 m³/s. En hypothèse haute avec une surface mouillée de 26,25 m² et une vitesse de 5 m/s on obtient un débit de 130 m³/s. Le débit probable est intermédiaire avec une surface mouillée de 21,5 m² et une vitesse de 4 m/s soit un débit de 86 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

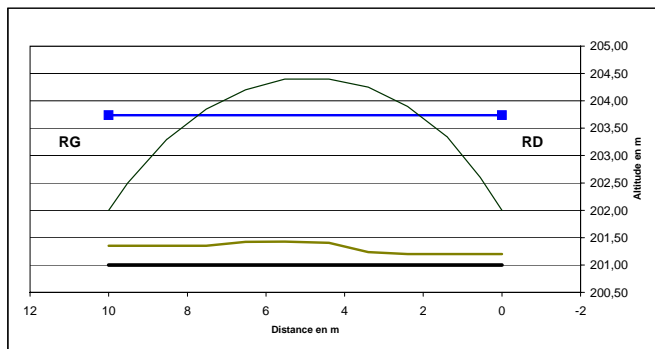
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
<b>Hypothèse basse:</b>	21,5		3	<b>65 m³/s</b>	<b>2,94</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	26,25		5	<b>130 m³/s</b>	<b>5,87</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	21,5		4	<b>86 m³/s</b>	<b>3,89</b>

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°12

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - Pont sur le CD 112</b>
Date de la crue: <b>1940</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Références n°222 (section fin 19ème), 72 (prof en long 1934), 61 (section récente), repère de crue et levé terrain.

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m) en 1891	Z(m) actuel	Ztablier (m)
1	0	10	201,00	201,35	202
2	0	9,52	201,00	201,35	202,5
3	0	8,52	201,00	201,35	203,3
4	0	8,51	201,00	201,35	203,3
5	0	7,52	201,00	201,35	203,85
6	0	6,52	201,00	201,43	204,2
7	0	5,52	201,00	201,43	204,4
8	0	4,4	201,00	201,40	204,4
9	0	3,4	201,00	201,24	204,25
10	0	2,4	201,00	201,20	203,9
11	0	1,41	201,00	201,20	203,35
12	0	1,4	201,00	201,20	203,35
13	0	0,55	201,00	201,20	202,6
14	0	0	201,00	201,20	202

## Commentaires:

La section est issue d'un plan de la référence 61, sur laquelle les parties bétonnées situées en rives (restes du seuil installé en 1966) ont été supprimées.  
La même section est donnée par les plans de la référence 222, sur lesquels la cote du lit est située plus bas, à environ un mètre sous les bords de l'arche (soit à l'altitude 201,00 m)

## Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	203,74
0	10	203,74

## Commentaires

La cote a été relevée sur le terrain d'après le repère de crue présent

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011

## Commentaires

Pente du fond du lit donnée par le profil en long de 1934 dans ce secteur: 0,01 à l'amont, 0,011 à l'aval.  
Pente confirmée par le levé de terrain: 0,0107

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue en m: 203,74

Surface mouillée en lit mineur, lit 19<sup>e</sup> siècle, en m²: 23,98  
Surface mouillée en lit mineur, lit actuel, en m²: 20,81

Surface mouillée totale, en m²: 23,98

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00  
Rh = 1,40  
V (m/s) = 3,29  
Q (m³/s) = 78,85

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 4,99

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section considérée ici est celle du pont de la RD112, sur lequel a été installée par la suite la station de jaugeage.

La cote de la crue est déduite d'un repère de crue. La pente est donnée par le profil en long du cours d'eau relevé en 1934 (référence 72).

La section en revanche est incertaine, car donnée par deux documents, (datant de la fin du XIX<sup>e</sup> et d'une période récente) qui laissent apparaître une évolution du fond du lit (léger comblement).

Suivant le document pris pour référence, la surface mouillée varie de 21 à 24 m². On peut supposer que le comblement du lit est récent,

et lié à l'installation d'un seuil lors du fonctionnement de la station de mesure. Toutefois, en hypothèse basse nous avons conservé une surface de 21 m².

La formule de Manning-Strickler donne des vitesses de 2 à 3 m/s sous l'ouvrage mais n'est pas adaptée à cette section. Le régime critique a pu être atteint sous le pont (vitesse de l'ordre 5 m/s),

mais le repère de crue étant situé sur la face amont du pont, dans cette section nous avons considéré que la vitesse restait inférieure à la vitesse critique.

La fourchette de vitesses retenue est de 3 à 5 m/s. Ces vitesses sont cohérentes avec celles données par la courbe de tarage (pour des hauteurs bien inférieures).

En hypothèse basse avec une section de 21 m² et une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 63 m³/s.

En hypothèse haute avec une section de 24 m² et une vitesse de 5 m/s on obtient un débit de 120 m³/s.

Le débit probable est intermédiaire, calculé avec une section de 24 m² et une vitesse de 4 m/s, soit un débit de 96 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

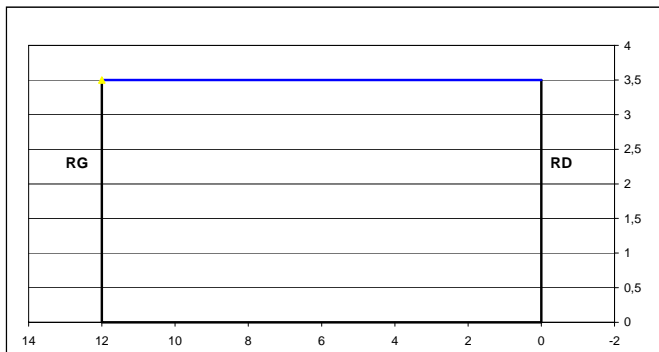
	Surface mouillée, en m²: En lit mineur: En lit majeur:	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit:	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup> :
Hypothèse basse:	21	3	63 m³/s	3,17
Hypothèse haute:	24	5	120 m³/s	6,03
Hypothèse intermédiaire:	24	4	96 m³/s	4,83

## Crues historiques de la Clamoux - Estimation de débit n°13

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Villeneuve Minervois - aval du pont du couvent</b>
Date de la crue: <b>1999</b>	Surface drainée: <b>42 km²</b>

Références documentaires utilisées: Rapport MATE d'Eric GAUME - 2000. Section d'écoulement dans la traversée de Villeuve à l'aval du pont du couvent

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	3,5
2	0	0	0
3	0	12	0
4	0	12	3,5

Commentaires:

Section de forme rectangulaire située entre deux bâtiments.

## Levé des côtes de la crue Côte retenue, en m: 3,5

E (m)	N (m)	Z (m)
	0	3,5
	12	3,5

Commentaires:

Côte levée sur le terrain après la crue.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

Commentaires:

Pente évaluée à 0,015 lors d'un levé de terrain (rapport E. GAUME)  
Pente mesurée à 0,011 lors d'un autre levé effectué en août 2004

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée :

cote de ligne d'eau retenue en m: 3,5

Surface mouillée en lit mineur, en m²: 42,00

Surface mouillée totale, en m²: 42,00

## Calculs de vitesses en débits:

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 2,21

V (m/s) = 4,45

Q (m³/s) = 186,87

## Calcul de la vitesse critique:

V (m/s) = 5,86

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente moyenne du lit, mesurée par un levé de terrain, peut être considérée comme fiable, tout comme la section et la côte hautes eaux, qui ont été relevées juste après la crue.

L'hypothèse d'un régime uniforme a été retenue dans cette section et le débit évalué par la formule de Manning Strickler.

La section est peu encombrée (végétation probablement très vite emportée lors des crues) et le coefficient de Strickler doit être relativement élevé. Nous l'estimons entre 20 et 30.

Sur cette base, nous obtenons les débits suivants:

En hypothèse basse avec K=20, vitesse de 3,5 m/s d'où un débit de 150 m³/s

En hypothèse haute avec K=30, vitesse de plus de 5 m/s d'où un débit de 220 m³/s

L'hypothèse moyenne correspond à K=25 soit un débit de 190 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

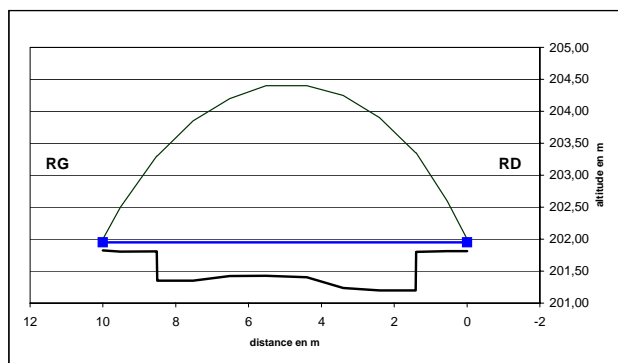
	Surface mouillée, en m²:		Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:			
Hypothèse basse:	42		3,5	150 m³/s	7,54
Hypothèse haute:	42		5,3	220 m³/s	11,06
Hypothèse intermédiaire:	42		4,45	190 m³/s	9,55



**Clamoux - Estimation du débit des crues enregistrées par la station limnimétrique**

Cours d'eau: <b>La Clamoux</b>	Localisation de la section: <b>Amont de Villeneuve Minervois - pont du CD 112</b>
Dates des crues: <b>de 1964 à 1992</b>	Surface drainée: <b>42 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: Références 61 (profil en travers), 62

**SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE****RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES****Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage**

	E (m)	N (m)	Z (m)	Ztablier (m)
1	0	10	201,83	202
2	0	9,52	201,81	202,5
2	0	8,52	201,81	203,3
3	0	8,51	201,35	203,3
3	0	7,52	201,35	203,85
4	0	6,52	201,43	204,2
4	0	5,52	201,43	204,4
5	0	4,4	201,40	204,4
5	0	3,4	201,24	204,25
6	0	2,4	201,20	203,9
6	0	1,41	201,20	203,35
7	0	1,4	201,80	203,35
7	0	0,55	201,81	202,6
8	0	0	201,81	202

**Commentaires**

Section issue d'un plan de la référence n°61.

**Levé des côtes de la crue** Cote échelle, en m: 0,75 Zéro de l'échelle: 201,20 m

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	201,95
0	10	201,95

**Commentaires**

Côtes issues des enregistrements limnigraphiques

**Pente de la ligne d'eau** Pente retenue: 0,025**Commentaires**

Pente du fond du lit donnée par le profil en long de 1934 dans ce secteur: 0,01 à l'amont, 0,011 à l'aval.

Pente confirmée par le levé de terrain: 0,0107

La pente semble avoir peu évolué dans le secteur

**CALCULS INTERMÉDIAIRES****Calcul de surface mouillée :**

cote de ligne d'eau retenue, en m: 201,95

Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 4,79**Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 4,79****Calculs de vitesses et débits:****Application de la formule de Manning-Strickler:**

En lit mineur:

K = 25,00

Rh = 0,42

V (m/s) = 2,20

Q (m<sup>3</sup>/s) = 10,56**COMMENTAIRES RELATIFS A LA COURBE DE TARAGE UTILISEE ET AU CALAGE DE LA FORMULE DE MANNING STRICKLER**

Pour cette station deux courbes de tarage (n°1 et 2) ont pu être retrouvées. Les jaugeages réalisés au cours de la vie de la station concernent des hauteurs d'eau allant de 0,25 à 0,75 m.

Seule la courbe de tarage n°1 semble réellement cohérente avec ces jaugeages. Elle peut donc être considérée comme valide jusqu'à une hauteur de 0,75 m.

Mais les crues annuelles enregistrées entre 1964 et 1992 dépassent régulièrement cette gamme de hauteurs. 11 d'entre elles sont supérieures à 0,80 m et trois dépassent les 1,00 m.

De plus, l'extrapolation de la courbe de tarage par l'application de Manning Strickler s'avère problématique, dans cette section où l'uniformité du régime n'est pas du tout respectée.

La pente à appliquer pour pouvoir reconstituer les plus forts débits jaugés est bien plus élevée que la dans la réalité (2,5 %).

Ceci n'est pas surprenant, puisque la formule n'est pas applicable en théorie dans cette section.

Finalement, la courbe de tarage n°1 a été utilisée pour l'ensemble des crues enregistrées par la station.

La plus forte de ces crues (1970) se situe à une hauteur de 1,20 m et n'est donc pas si éloignée de la zone jugée fiable de la courbe de tarage.

## Bassin de l'Orbiel



Tableau récapitulatif des crues recensées sur l'Orbier

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la cote PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m³/s)	Q <sub>min</sub> (m³/s)	Q <sub>max</sub> (m³/s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>min</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>max</sub> /S <sup>0,8</sup>
1783										
1784		Lastours - moulin Sicaud	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°1	200	200	150	5,62	4,21	7,66
1807										
1808										
1815		Lastours - moulin Sicaud	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°2	75	86	65	2,11	1,83	2,41
1827		Lastours - pont amont du moulin Sicaud	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°4, jugée plus fiable que l'estimation n°3, pour laquelle une partie de la section est manquante. Les deux estimations sont cohérentes.	155	195	115	4,35	3,23	5,48
1843		Lastours - barrage Durand	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°5, dont on n'est pas certain qu'elle correspond bien à la crue de 1843 ... crue finalement non prise en compte	80	100	60	2,25	1,68	2,81
1855										
1859										
1862		Les Ilhes	71	Valeurs issues de l'estimation de débit n°6	135	155	120	4,46	3,96	5,12
1872				Crue non retenue. Cette crue n'est évoquée que sur les documents d'archives de la référence 222. La date de la crue semble avoir été ajoutée après coup sur ces documents (en tête des plans non présents). Ces documents correspondent probablement à la crue de 1874.						
1874		Lastours - Pont vers Fournes	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°9, jugée la plus fiable pour cette crue. Par ailleurs les estimations n°7, 8 et 10 donnent des valeurs cohérentes.	180	220	150	5,05	4,21	6,18
1875										
1891		Pont de la Fonde	73	Valeurs issues de l'estimation de débit n°12. L'estimation n°11 donne des valeurs sensiblement plus fortes, mais qui restent cohérentes. Cette estimation n°11 n'a pas été retenue car l'utilisation de la même section (Pont de la Fonde) conduisait déjà à surestimer sensiblement les débits dans le cas de la crue de 1874. L'estimation n°12 est de plus réalisée dans une section proche de celle utilisée pour la crue de 1930, et permet de respecter la hiérarchie entre les deux crues (1930 plus forte que 1891).	285	380	230	9,21	7,43	12,28
1906										
1930	5,50?	Lastours - barrage Roger	73	Valeurs issues de l'estimation de débit n°13. L'estimation n°14 n'a pas été jugée réaliste.	315	395	235	10,18	7,59	12,76
1931										
1933										
1938										
1940	2,00?	Pont des Ilhes	69	Valeurs issues de l'estimation de débit n°15. Les valeurs de l'estimation n°16 sont sensiblement plus faibles, mais cette estimation est jugée moins fiable.	90	120	75	3,04	2,54	4,06
1952	1,88?									
1962				Valeurs déduites des autres estimations, cette crue étant jugée intermédiaire entre celles de 1940 et 1999. La valeur probable est une moyenne entre les deux estimations, très proches, réalisées pour les crues de 1940 (n°17) et 1999 (n°19). Pour les bornes inférieures et supérieures les valeurs extrêmes issues des deux estimations ont été conservées.	102	150	75	3,12	2,54	4,21
1968	1,03	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	12,3	12,4	12,2	0,35	0,34	0,35
1969	1,62	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	33,1	33,4	32,8	0,93	0,92	0,94
1970	2,66	Station de Lastours	87	Valeur issue de l'estimation n°18, cohérente avec celle donnée par la courbe de tarage.	97	114	85	2,72	2,40	3,20
1971	1,61	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	32,8	33,1	32,5	0,92	0,91	0,93
1972	1,37	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	23,3	23,5	23,1	0,65	0,65	0,66
1973	2,36	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	75,2	76,0	74,4	2,11	2,09	2,13
1974	1,40	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m. Intervalle correspondant à la valeur estimée +/- 1%	24,3	24,5	24,1	0,68	0,68	0,69

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la cote PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m³/s)	Q <sub>mini</sub> (m³/s)	Q <sub>maxi</sub> (m³/s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>maxi</sub> /S <sup>0,8</sup>
1975	0,98	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	10,9	11,0	10,8	0,31	0,30	0,31
1976	0,80	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	7,0	7,1	6,9	0,20	0,19	0,20
1977	1,03	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	12,3	12,4	12,2	0,35	0,34	0,35
1978	1,55	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	30,4	30,7	30,1	0,85	0,85	0,86
1979	1,25	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	19,1	19,3	18,9	0,54	0,53	0,54
1980	1,22	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	17,9	18,1	17,7	0,50	0,50	0,51
1981	2,05	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	56,3	56,9	55,7	1,58	1,57	1,60
1982	2,53	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	90,0	90,9	89,1	2,53	2,50	2,55
1983	0,87	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	8,0	8,1	7,9	0,22	0,22	0,23
1984	1,62	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	33,1	33,4	32,8	0,93	0,92	0,94
1985	1,54	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	30,1	30,4	29,8	0,85	0,84	0,85
1986	0,84	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	7,6	7,7	7,5	0,21	0,21	0,22
1987	0,80	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	7,0	7,1	6,9	0,20	0,19	0,20
1988	1,68	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	35,2	35,6	34,8	0,99	0,98	1,00
1989	0,88	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	8,2	8,3	8,1	0,23	0,23	0,23
1990	1,24	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	18,7	18,9	18,5	0,53	0,52	0,53
1991	1,10	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	14,2	14,3	14,1	0,40	0,39	0,40
1992	1,13	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	15,1	15,3	14,9	0,42	0,42	0,43
1993	1,68	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	35,2	35,6	34,8	0,99	0,98	1,00
1994	1,01	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	11,8	11,9	11,6	0,33	0,33	0,33
1995	1,28	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C630, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	20,3	20,5	20,1	0,57	0,56	0,58
1996	2,28	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	76,5	77,3	75,7	2,15	2,13	2,17
1997	0,84	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	6,6	6,6	6,5	0,18	0,18	0,19
1998	0,80	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	6,3	6,4	6,2	0,18	0,17	0,18
1999	2,88	Station de Lastours	87	Valeurs issues de l'estimation de débit n°18, jugée plus fiable que l'estimation n°17, dont les valeurs restent cohérentes. La borne supérieure de l'estimation n°17 a été conservée.	114	150	100	3,19	2,81	4,21
2000	1,10	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	13,8	13,9	13,7	0,39	0,38	0,39
2001	0,84	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	6,6	6,6	6,5	0,18	0,18	0,19
2002	1,82	Station de Lastours	87	Valeur déduite de la courbe de tarage C631, supposée valide pour des hauteurs inférieures à 2,40 m intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	42,8	43,2	42,4	1,20	1,19	1,21



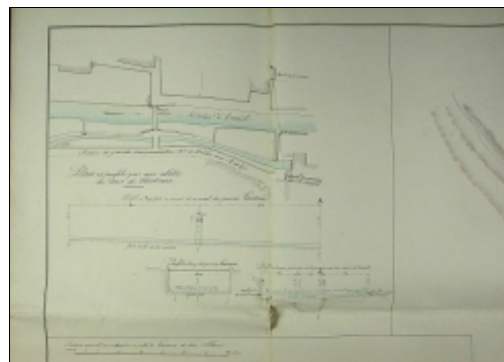
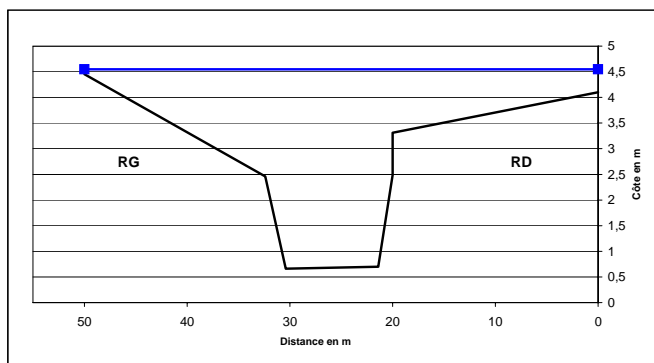
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°1

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1788**

Localisation de la section: **Lastours, à l'aval immédiat du pont (moulin Sicard)**  
Surface drainée: **87 km²**

Références documentaires utilisées: 168 (rapport de l'agent voyer en chef de 1839, et plans de 1844)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	
1	0	0	4,1	
2	0	20	3,31	
3	0	20	2,49	
4	0	21,4	0,7	
5	0	30,4	0,66	
6	0	32,4	2,46	
7	0	38,4	3,14	
		50	4,45	point obtenu par extrapolation des deux points précédents. Non présent sur le document d'archive utilisé.

#### Commentaires:

Section figurant sur les plans de la référence 168, et complétée en rive gauche.

#### Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	4,55	
	50	4,55

#### Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 168.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,011  
Commentaires:  
Pente du lit donnée par les plans de la référence 168 (plans datant de 1844)

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,55  
surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 16,90  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 44,95  
surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 19,23  
**Surface mouillée totale, en m²: 81,08**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,85  
V (m/s) = 0,94  
Q (m³/s) = 15,84

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 3,00  
V (m/s) = 3,71  
Q (m³/s) = 166,57

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 1,07  
V (m/s) = 1,10  
Q (m³/s) = 21,08

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 203,49

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,26

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, donnée par les plans, est considérée comme fiable (la pente ne semble pas varier dans le temps dans ce secteur, la valeur mesurée en 2004 est proche de celle annoncée par les plans de 1844). La section en revanche est incomplète en rive gauche. Elle a été prise telle qu'elle figure sur les plans en hypothèse basse, et complétée en hypothèse haute.

La côte hautes eaux de la crue est également incertaine: le rapport de l'Agent Voyer de 1839 indique que cette côte dépasse de + 59 cm celle de la crue de 1827, elle-même indiquée sur les plans de 1844 que nous utilisons (côte 4,1 m). Mais cette différence de niveau entre les deux crues a été mesurée au niveau du pont (dont la section est inconnue), soit 70 m en amont de la section considérée ici.

Etant donné la largeur plus importante de la section que nous considérons, la différence de niveau entre les deux crues

devrait être plus faible, nous avons considéré qu'elle était comprise dans une fourchette de +30 à 59 cm.

L'hypothèse de régime uniforme a été retenue, et les estimations de débits effectuées résultent donc de l'application de la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler retenus vont de 5 à 15 en lit majeur, et de 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une section non complétée,  $\Delta h = 30$  cm, et des Strickler de 5 et 15, on obtient un débit de 150 m³/s

En hypothèse haute, avec une section complétée, et  $\Delta h = 59$  cm, et des Strickler de 15 et 20, on obtient un débit de 280 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une section complétée, un  $\Delta h$  de 45 cm, et des coefficients de Strickler de 10 et 17, soit un débit de 200 m³/s

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	43	31	150 m³/s	4,21
Hypothèse haute:	47	41	280 m³/s	7,86
Hypothèse intermédiaire:	45	36	200 m³/s	5,62

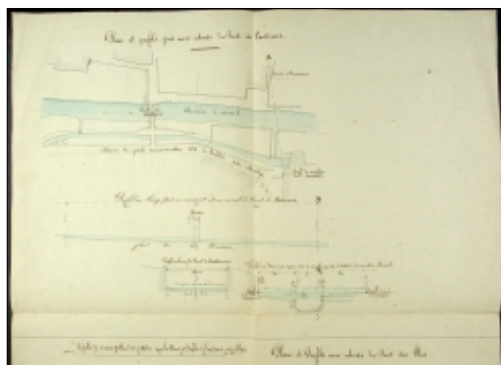
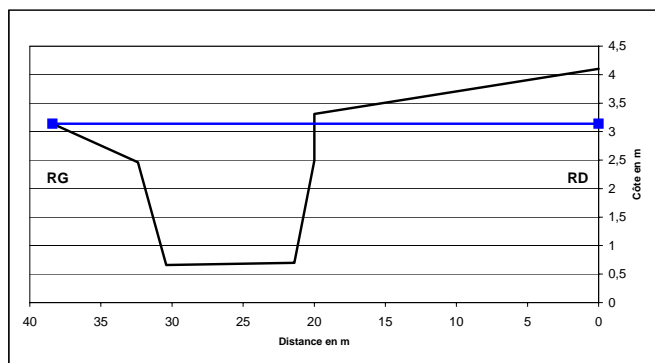
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°2

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1815**

Localisation de la section: **Lastours, à l'aval immédiat du pont (moulin Sicard)**  
Surface drainée: **87 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 168 (rapport de l'agent voyer en chef de 1839 et plans de 1844)

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	4,1
2	0	20	3,31
3	0	20	2,49
4	0	21,4	0,7
5	0	30,4	0,66
6	0	32,4	2,46
7	0	38,4	3,14

Commentaires:

Section figurant sur les plans de la référence 168.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 3,14

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3,14
	38,4	3,14

Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 168.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de la référence 168 (plans datant de 1844).  
La pente varie visiblement peu dans le temps dans ce secteur.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 3,14  
surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 27,46  
surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 2,04  
**Surface mouillée totale en m<sup>2</sup>: 29,50**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 1,83  
V (m/s) = 2,67  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 73,28

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,13  
V (m/s) = 0,27  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,54

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 73,82

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,0

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La pente, la forme de la section, et la cote hautes eaux, sont données par les mêmes plans, et ont été considérées comme fiables.

(la pente ne semble d'ailleurs pas varier dans le temps dans ce secteur, la valeur mesurée en 2004 est proche de celle annoncée par les plans de 1844)

Dans cette section l'hypothèse de régime uniforme a été admise et la formule de Manning Strickler appliquée.

La principale incertitude réside donc sur les coefficients de Strickler, qui ont été choisis entre 15 et 20 en lit mineur.

Avec K=15, on obtient une vitesse de l'ordre de 2m/s d'où Q=65 m<sup>3</sup>/s

Avec K=20, on obtient une vitesse de l'ordre de 3m/s d'où Q=86 m<sup>3</sup>/s

Le débit probable est intermédiaire, avec K=17 à 18, soit Q=75 m<sup>3</sup>/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

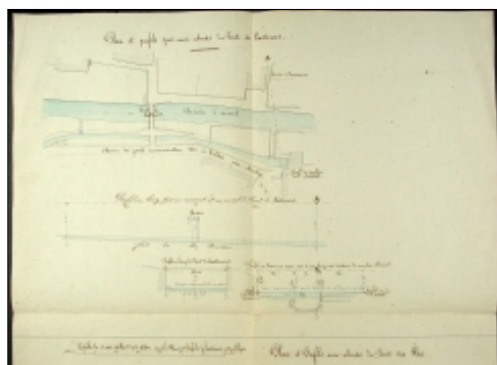
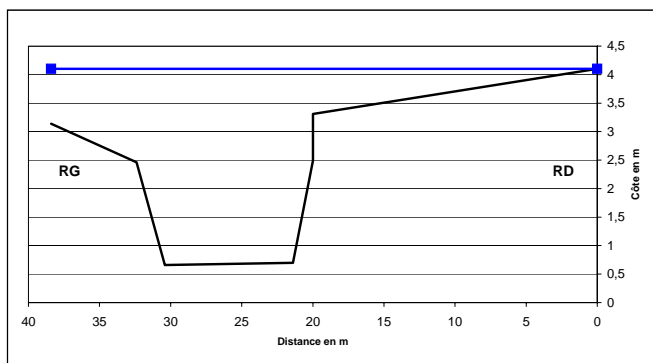
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	27		65 m <sup>3</sup> /s	1,83
Hypothèse haute:	27		86 m <sup>3</sup> /s	2,41
Hypothèse intermédiaire:	27		75 m <sup>3</sup> /s	2,11

## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°3

Cours d'eau: **L'Orbiel** Localisation de la section: **Lastours, à l'aval immédiat du pont (moulin Sicard)**  
 Date de la crue: **1827** (d'après le plan de 1844) Surface drainée: **87 km²**

Références documentaires utilisées: 168 (rapport de l'agent voyer en chef de 1839, et plans de 1844)

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	4,1
2	0	20	3,31
3	0	20	2,49
4	0	21,4	0,7
5	0	30,4	0,66
6	0	32,4	2,46
7	0	38,4	3,14
		47	4,11

## Commentaires:

Section figurant sur les plans de la référence 168.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 4,1

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,1
	38,4	4,1

## Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 168.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

## Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de la référence 168 (plans datant de 1844). La pente varie visiblement peu dans le temps dans ce secteur, elle a été mesurée à un niveau très proche lors d'un levé effectué en aout 2004.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,1  
 surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 7,90  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 39,37  
 surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 11,93  
**Surface mouillée totale, en m²: 59,20**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,40  
 V (m/s) = 0,56  
 Q (m³/s) = 4,46

En lit mineur:

K = 17,00  
 Rh = 2,62  
 V (m/s) = 3,39  
 Q (m³/s) = 133,55

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,80  
 V (m/s) = 0,90  
 Q (m³/s) = 10,74

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 148,75

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,86

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente et la cote hautes eaux sont issues d'un plan datant de 1844, et ont été considérées comme fiables.

En revanche la section, issue de ce même plan, est incomplète en rive gauche. Elle a été conservée telle qu'elle figure sur le plan en hypothèse basse et complétée en hypothèse haute.

Dans cette section l'hypothèse de régime uniforme a été admise et la formule de Manning Strickler appliquée.

Les coefficients de Strickler ont été choisis dans des fourchettes de 5 à 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une section non complétée, et des coefficients K de 5 en lit majeur et 15 en lit mineur, le débit est de 125 m³/s

En hypothèse haute, avec une section complétée, et des coefficients K de 15 en lit majeur et 20 en lit mineur, le débit est de 180 m³/s

Le débit probable retenu est intermédiaire, avec une section complétée, K=10 en lit majeur et K=17 en lit mineur, soit 150 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

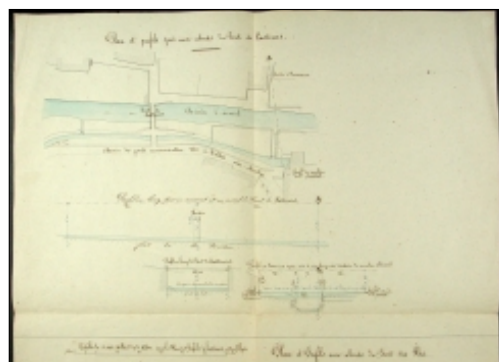
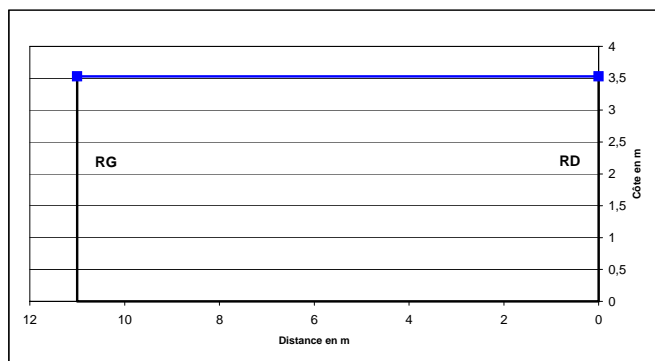
	Surface mouillée, en m²:		Débit:	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup> :
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	39	16	125 m³/s	3,51
Hypothèse haute:	39	20	180 m³/s	5,05
Hypothèse intermédiaire:	39	20	150 m³/s	4,21

## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°4

Cours d'eau: **L'Orbiel** Localisation de la section: **Lastours, au niveau du pont**  
 Date de la crue: **1827** (d'après le plan de 1844) Surface drainée: **87 km²**

Références documentaires utilisées: 168 (rapport de l'agent voyer en chef de 1839 et plans de 1844)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	3,5
2	0	0	0
3	0	11	0
4	0	11	3,5

Commentaires:

Section figurant sur les plans de la référence 168.

#### Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 3,53

E (m)	N (m)	Z (m)
	0	3,53
	11	3,53

Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 168.

#### Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,011

Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de la référence 168 (plans datant de 1844).

La pente varie visiblement peu dans le temps dans ce secteur, elle a été mesurée à un niveau très proche lors d'un levé effectué en aout 2004.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,53

surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 38,83  
 surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

**Surface mouillée totale, en m²: 38,83**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 20,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 25,00  
 Rh = 2,16  
 V (m/s) = 4,38  
 Q (m³/s) = 169,98

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 169,98

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,88

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, la forme de la section, et la cote hautes eaux, sont données par les mêmes plans, et ont été considérées comme fiables.

La formule de Manning Strickler n'est pas adaptée à ce passage sous ouvrage, où l'hypothèse de régime uniforme n'est probablement pas respectée.

A titre indicatif, la formule donne des vitesses élevées, de 3 à 4 m/s. La vitesse critique pour sa part est proche de 6 m/s.

L'ouvrage est quasiment en charge et il est donc probable qu'un passage en régime critique se soit produit sous celui-ci.

Toutefois, la cote de crue indiquée correspond manifestement à la face amont du pont, où la vitesse doit rester sensiblement inférieure à la vitesse critique.

Nous avons donc considéré une plage de vitesses allant de 3 à 5 m/s.

Dans ces conditions la plage de débit possible varie de 115 m³/s à 195 m³/s, pour un débit probable intermédiaire de 155 m³/s

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

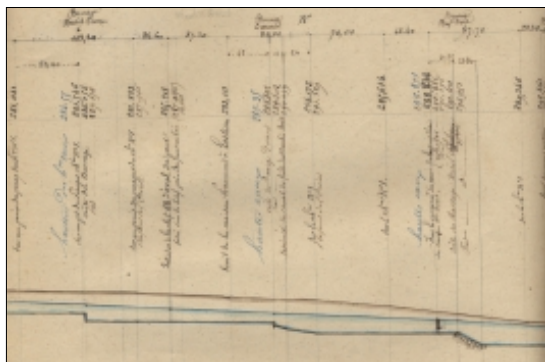
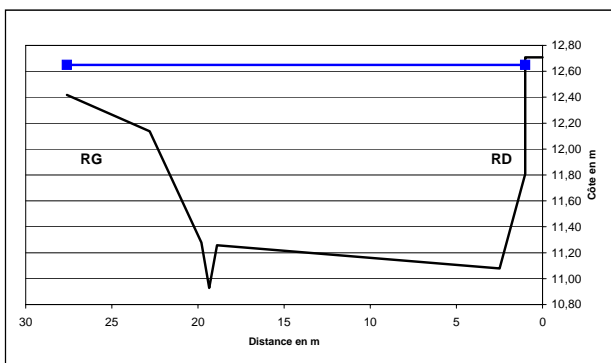
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	39		115 m³/s	3,23
Hypothèse haute:	39		195 m³/s	5,48
Hypothèse intermédiaire:	39		155 m³/s	4,35

## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°5

Cours d'eau: **L'Orbiel** Localisation de la section: **Lastours, à la sortie du village (barrage Durand)**  
 Date de la crue: ? (pourrait correspondre à la crue de 1843) Surface drainée: **87 km²**

Références documentaires utilisées: 151 (côte 'hautes eaux' du règlement général de l'Orbiel)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVES ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	12,71
2	0	1	12,71
2	0	1	11,81
3	0	2,5	11,08
3	0	18,9	11,26
4	0	19,35	10,93
4	0	19,8	11,28
5	0	22,8	12,14
5	0	27,6	12,42

Commentaires:

Section donnée par les plans du règlement général des eaux de l'Orbiel (ref. 151), au niveau du barrage Durand

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 12,65

E (m)	N (m)	Z (m)
0	1	12,65
0	27,6	12,65

Commentaires:

Côte 'hautes eaux' indiquée sur la section, mais non datée.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,012

Commentaires:

Pente de ligne d'eau moyenne dans le secteur, donnée par le profil en long du règlement général des eaux de l'Orbiel (référence 151).

### CALCULS INTERMEDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 12,65

surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 27,51  
 surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 4,61

**Surface mouillée totale, en m²: 32,12**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
 Rh = 1,45  
 V (m/s) = 2,80  
 Q (m³/s) = 77,15

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,58  
 V (m/s) = 0,76  
 Q (m³/s) = 3,50

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 80,65

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 3,77

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, la section, et la côte hautes eaux, données par le même document, sont considérées comme fiables.

Toutefois, la côte de crue indiquée n'est pas datée et il n'est pas certain qu'elle corresponde à la crue de 1843 (crue recensée la plus proche avant 1850, date d'établissement du règl. général des eaux)

La section est normalement réduite par un barrage léger de 30 cm de haut, en 'pierres volantes et piquets', dont on peut considérer qu'il est emporté en période de crue, et qui ne remet pas en cause l'hypothèse d'un régime uniforme. La formule de Manning Strickler a donc été appliquée pour l'estimation du débit.

L'incertitude provient principalement du coefficient de Strickler en lit mineur: nous avons considéré qu'il était compris entre 15 et 25, la section étant probablement bien entretenue au niveau du barrage.

En hypothèse basse, avec K=15, on obtient une vitesse de l'ordre de 2m/s soit un débit de 60 m³/s

En hypothèse haute, avec K=25, on obtient environ 3,5 m/s pour un débit de 100 m³/s

L'hypothèse moyenne correspond à un coefficient K de 20, vitesse de près de 3m/s et débit de 80 m³/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	28	4	60 m³/s	1,68
Hypothèse haute:	28	4	100 m³/s	2,81
Hypothèse intermédiaire:	28	4	80 m³/s	2,25



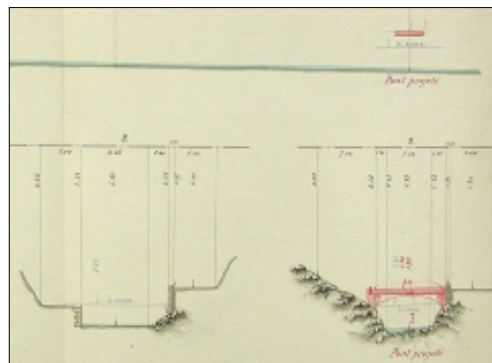
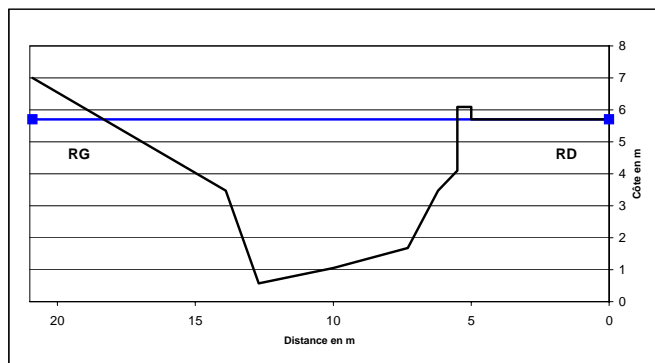
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°6

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1862**

Localisation de la section: **Les Ilhes - Fournes**  
Surface drainée: **71 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 154 (Construction d'un pont par Mr Gazel)

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	5,7
2	0	5	5,7
3	0	5	6,09
4	0	5,5	6,09
5	0	5,5	4,1
6	0	6,2	3,47
7	0	7,3	1,68
8	0	10	1,05
9	0	12,7	0,57
10	0	13,9	3,47
11	0	20,9	7

Commentaires:  
Section issue des plans de la référence 154.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 5,7

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5,7
0	20,9	5,7

Commentaires:  
Côte donnée par le rapport de l'agent voyer en chef qui accompagne les plans, qui précise qu'on n'avait pas vu de crue 'semblable depuis environ 30 ans.'

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,014

Commentaires:  
Pente du lit donnée par le profil en long, figurant sur les plans de la référence 154.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 5,7

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 34,10  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 7,81

Surface mouillée totale en m<sup>2</sup>: **41,91**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 2,44  
V (m/s) = 3,64  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 124,18

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,98  
V (m/s) = 1,16  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 9,08

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 133,26

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,09

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente ainsi que la section, données par les mêmes plans, établis peu après la crue, sont considérés comme fiables.

La cote haute des eaux de la crue est indiquée dans le rapport de l'Agent Voyer, qui accompagne les plans, et qui précise que l'eau atteignait juste le niveau de la route.

L'hypothèse d'un régime uniforme peut être retenue dans cette section, puisque le pont, en projet sur lors de l'établissement des plans, n'était pas présent au moment de la crue.

La formule de Manning Strickler a par conséquent été appliquée pour l'estimation du débit.

L'incertitude provient principalement du coefficient de Strickler. Le lit majeur n'intervient quasiment pas dans le débit total, le coefficient de Strickler y a été maintenu à une valeur de 10.

En lit mineur, nous avons considéré que le coefficient de Strickler était compris entre 15 et 20.

En hypothèse basse, avec K=15 en lit mineur, on obtient une vitesse de l'ordre de 3m/s soit un débit de 120 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse haute, avec K=20 en lit mineur, la vitesse dépasse les 4 m/s, et on obtient un débit de 155 m<sup>3</sup>/s

L'hypothèse moyenne correspond à un coefficient K de 17, vitesse d'environ 3,6 m/s et débit de 135 m<sup>3</sup>/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup> :		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	34	8	120 m <sup>3</sup> /s	3,96
Hypothèse haute:	34	8	155 m <sup>3</sup> /s	5,12
Hypothèse intermédiaire:	34	8	135 m <sup>3</sup> /s	4,46

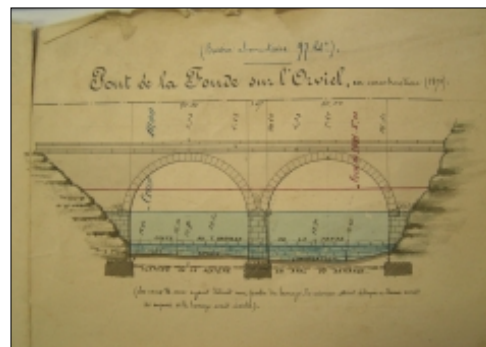
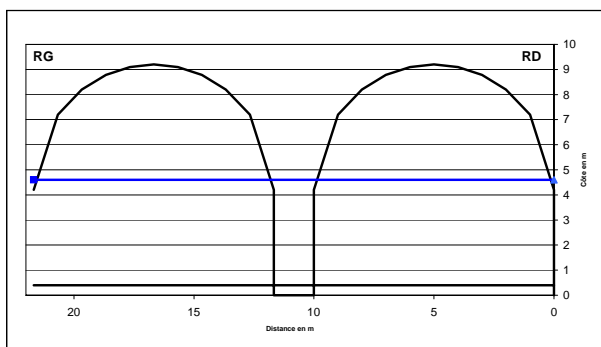
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°7

Cours d'eau: **L'Orbiel**Localisation de la section: **Lastours - Pont de La Fonde**Date de la crue: **1872**Surface drainée: **97 km²**

(date rajoutée sur le plan, il s'agit beaucoup plus probablement de la crue de 1874)

Références documentaires utilisées: référence n°222

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

Levé du lit	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Ztablier (m)	Zbarrage(m)
1	0	0	0,4	0	2,0
2	0	0	0,4	4,2	2,0
3	0	1	0,4	7,2	2,0
4	0	2	0,4	8,2	2,0
5	0	3	0,4	8,8	2,0
6	0	4	0,4	9,1	2,0
7	0	5	0,4	9,2	2,0
8	0	6	0,4	9,1	2,0
9	0	7	0,4	8,8	2,0
10	0	8	0,4	8,2	2,0
11	0	9	0,4	7,2	2,0
12	0	10	0,4	4,2	2,0
13	0	10	0,4	0,0	2,0
14	0	11,67	0,4	0	2,0
15	0	11,67	0,4	4,2	2,0
16	0	12,67	0,4	7,2	2,0
17	0	13,67	0,4	8,2	2,0
18	0	14,67	0,4	8,8	2,0
19	0	15,67	0,4	9,1	2,0
20	0	16,67	0,4	9,2	2,0
21	0	17,67	0,4	9,1	2,0
22	0	18,67	0,4	8,8	2,0
23	0	19,67	0,4	8,2	2,0
24	0	20,67	0,4	7,2	2,0
25	0	21,67	0,4	4,2	2,0

Commentaires:

Section issue des plans de la référence 222.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 4,6

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,6
0	21,67	4,6

Commentaires:

Côte figurant sur les plans, qui précisent que le niveau aurait été encore plus haut si le barrage n'avait pas été emporté.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,012

Commentaires:

Pente non donnée par les plans. La pente de 0,012 correspond à une moyenne des pentes données dans des sections situées un peu plus à l'amont, par différents plans datant du XIX<sup>ème</sup> siècle. En 1930, la pente en ce secteur est évaluée à 0,015

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,6

## Avant la chute du barrage:

surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur rive droite, en m²: 25,60  
 surface mouillée en lit mineur rive gauche, en m²: 25,60  
 surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 51,20

## Après la chute du barrage:

surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur rive droite, en m²: 41,60  
 surface mouillée en lit mineur rive gauche, en m²: 41,60  
 surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 83,20

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur travée de droite:

K = 20,00  
 Rh = 2,31  
 V (m/s) = 3,83  
 Q (m³/s) = 159,32

En lit mineur travée de gauche:

K = 20,00  
 Rh = 2,31  
 V (m/s) = 3,83  
 Q (m³/s) = 159,32

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,72

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La forme de la section, ainsi que la cote de la crue, données par les plans, sont considérées comme fiables. En revanche la pente n'est pas connue précisément.

Enfin une dernière source d'incertitude est la présence, à l'aval direct du pont, d'un barrage emporté par la crue.

(D'après le document utilisé la cote est donnée après rupture du barrage, mais nous avons préféré retenir la section tenant compte du barrage, en hypothèse basse).

Pour cette section sous ouvrage, l'hypothèse d'un régime uniforme ne peut être retenue, et la formule de Manning Strickler n'est donc pas applicable, d'autant qu'un barrage est présent.

A titre indicatif la formule donne des vitesses élevées, allant de 2,5 à 4 m/s.

Par ailleurs il nous semble peu probable qu'un passage en régime critique se soit produit sous le pont, qui n'occasionne qu'un resserrement limité de la section.

Les côtes PHE données correspondent à la face amont du pont. Nous avons considéré qu'à ce niveau les vitesses moyennes restaient limitées, comprises entre 2 et 4 m/s.

L'hypothèse haute correspond à une vitesse de 4 m/s soit un débit de 330 m³/s

L'hypothèse basse correspond à une vitesse de 2 m/s, mais avec une section tenant compte de la présence du barrage (51 m²), soit un débit de 105 m³/s

L'hypothèse probable est intermédiaire avec une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 250 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	51		105 m³/s	2,70
Hypothèse haute:	83		330 m³/s	8,49
Hypothèse intermédiaire:	83		250 m³/s	6,43

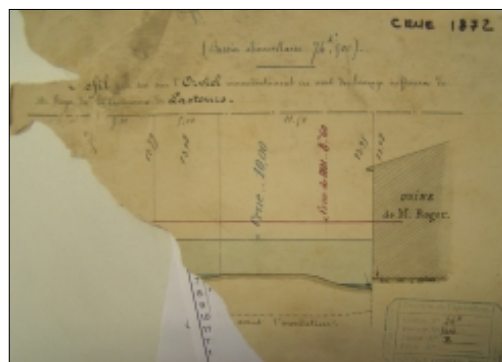
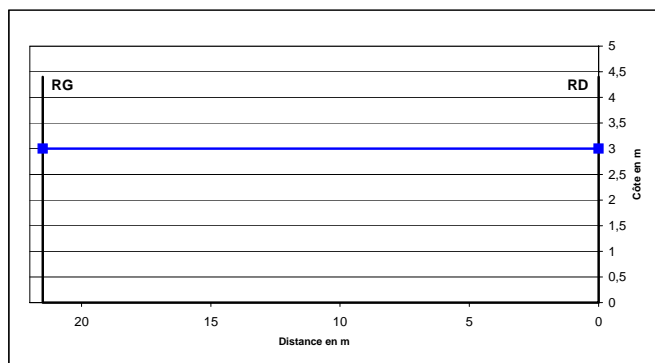
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°8

Cours d'eau: **L'Orbiel**Localisation de la section: **Lastours, aval immédiat du barrage Roger**Date de la crue: **1872**Surface drainée: **73 km<sup>2</sup>**

(date rajoutée sur le plan, il s'agit beaucoup plus probablement de la crue de 1874)

Références documentaires utilisées: références n°222, 249, 182.

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	4,4
2	0	0	0
3	0	21,5	0
4	0	21,5	4,4

Commentaires:

Section incomplète sur les plans de la référence 222. Complétée grâce aux références 249 et 182.

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 3

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	3
	0	21,5	3

Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 222.

Incertaine car la côte du fond du lit a visiblement fortement varié au cours de la crue.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015

Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de 1880 (référence 249)

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
 Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 64,50  
 Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 64,50

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
 Rh = 2,30  
 V (m/s) = 3,63  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 234,24

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 234,24

##### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,42

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Le document ayant servi de source n'est pas complet (plan déchiré en partie) ce qui rend l'estimation difficile. L'incertitude la plus forte concerne donc la section d'écoulement, située au niveau du barrage aval de l'usine Roger. Cette section a été représentée de façon très schématisée en comparant la section donnée par les plans de 1930 (référence 182), et celle donnée par les plans de 1880 (référence 249).

De plus, la côte du lit a visiblement beaucoup varié au cours de la crue ce qui rend l'estimation de la surface mouillée d'autant plus incertaine.

La pente est celle donnée par les plans de 1880, et varie probablement peu dans ce secteur.

La section se situant à l'aval immédiat du barrage, et la formule de Manning Strickler ne peut donc être appliquée. Elle aboutirait à des vitesses de 3 à 4 m/s.

Nous avons considéré que dans cette section les eaux étaient ralenties, après un éventuel ressaut à l'aval immédiat du barrage, ce qui d'ailleurs expliquerait que d'importants dépôts se soient formés dans la section au cours de la crue. Les valeurs de vitesse retenues sont comprises entre 2,0 et 3,5 m/s.

En hypothèse haute avec une vitesse de 3,5 m/s on obtient un débit de 225 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse basse avec une vitesse de 2,0 m/s on obtient un débit de 130 m<sup>3</sup>/s

Le débit probable est intermédiaire avec une vitesse de 2,5 m/s, soit 160 m<sup>3</sup>/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	64		130 m <sup>3</sup> /s	4,20
Hypothèse haute:	64		225 m <sup>3</sup> /s	7,27
Hypothèse intermédiaire:	64		160 m <sup>3</sup> /s	5,17

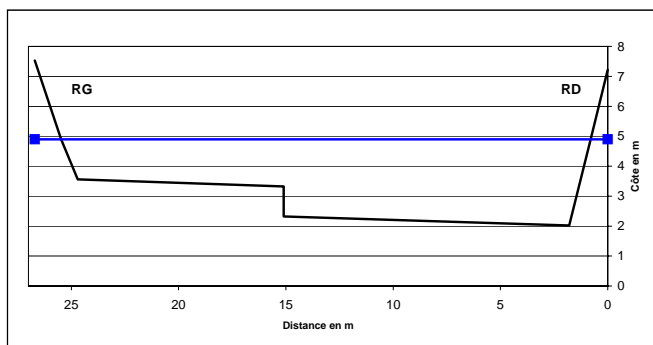
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°9

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1874**

Localisation de la section: **Lastours, aval immédiat du barrage Roger**  
Surface drainée: **87 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: références n°169, 249

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	7,22
2	0	0,8	4,9
3	0	1,8	2,02
4	0	15,1	2,32
5	0	15,1	3,32
6	0	24,7	3,56
7	0	25,48	4,9
8	0	26,7	7,53

Commentaires:

Section issue des plans de la référence 249.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 4,9

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,9
0	26,7	4,9

Commentaires:

Côte 'hautes eaux' donnée par les plans de la référence 249. Le rapport joint indique qu'il s'agit bien de la côte observée en 1874. La valeur de la section d'écoulement est de plus confirmée par la référence 169.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,016

Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de la référence 249.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 4,9

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 52,29  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 52,29

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 5,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 1,87  
V (m/s) = 3,45  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 180,53

En lit majeur rive gauche:

K = 5,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 180,53

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,32

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, ainsi que la section d'écoulement paraissent très fiables.

Trois sections successives sont données par les plans, et donnent des valeurs de surface mouillée très voisines. La surface mouillée est de plus confirmée par la référence 169.

L'hypothèse d'un régime uniforme semble pouvoir être retenue, la section d'écoulement n'étant quasiment pas rétrécie au niveau du passage sous le pont.

Nous avons donc fait le choix d'appliquer la formule de Manning Strickler pour l'évaluation du débit. Un passage en régime critique nous semble très peu probable.

La plus forte incertitude réside dans la valeur des coefficients K, qui peuvent être élevés dans cette section sous ouvrage, au niveau de laquelle le lit est très dégagé, du moins à l'heure actuelle.

Nous avons initialement considéré que les valeurs de K pouvaient être comprises entre 15 et 25, mais la valeur de vitesse obtenue avec K=25 paraît très élevée (près de 5 m/s).

En hypothèse basse, avec un coefficient K de 15 (lit majeur et mineur), le débit obtenu est de 150 m<sup>3</sup>/s.

En hypothèse haute, avec un coefficient K de 22, le débit est de 220 m<sup>3</sup>/s.

L'hypothèse probable correspond à K=18, soit 180 m<sup>3</sup>/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	52		150 m <sup>3</sup> /s	4,21
Hypothèse haute:	52		220 m <sup>3</sup> /s	6,18
Hypothèse intermédiaire:	52		180 m <sup>3</sup> /s	5,05

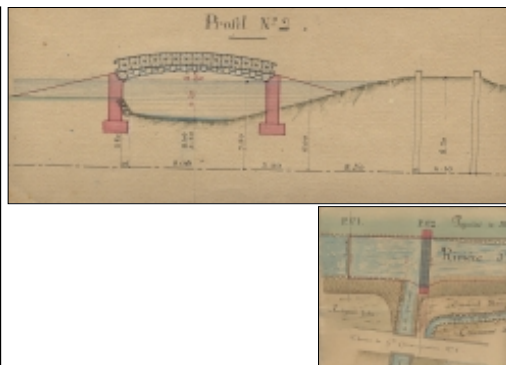
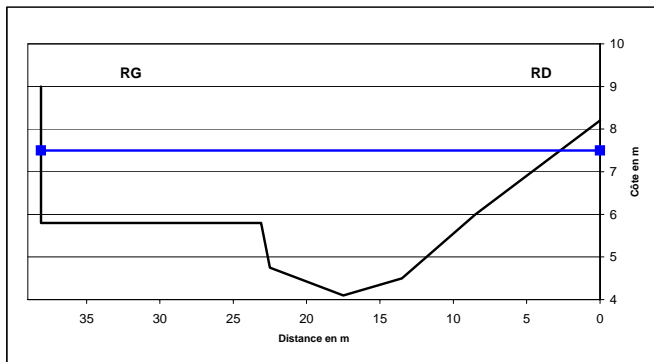
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°10

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1874**

Localisation de la section: **Lastours - La Caunette** (confluence ruisseau de la Caunette)  
Surface drainée: **95,5 km²**

Références documentaires utilisées: référence n°169 (construction d'une passerelle par Mr Bonnet)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	8,2
2	0	8,5	6
3	0	13,5	4,5
4	0	17,5	4,1
5	0	22,5	4,75
6	0	23,1	5,8
7	0	33,1	5,8
		38,1	5,8
		38,1	9

Partie complétée d'après un levé de terrain effectué en 2004 (section incomplète en rive gauche sur le plan)

#### Commentaires:

Section donnée par les plans de la référence 169 (partielle), complétée par un levé de terrain. Bonne concordance entre les deux sources, qui laisse penser que le lit a peu évolué dans ce secteur.

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 7,5

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	7,5
0	38,1	7,5

#### Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 169.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,012

#### Commentaires:

La pente du lit ne figure pas sur les plans donnant la section et la cote de la crue. La pente de 0,012 correspond à la moyenne des pentes données dans des sections situées un peu plus à l'amont, par plusieurs plans datant du XIXème siècle. En 1930 la pente en ce secteur est évaluée à 0,015

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 7,5

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 17,63  
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 28,18  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 26,84

**Surface mouillée totale, en m²: 72,64**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 1,18  
V (m/s) = 1,22  
Q (m³/s) = 21,50

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 2,35  
V (m/s) = 3,29  
Q (m³/s) = 92,69

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 1,68  
V (m/s) = 1,55  
Q (m³/s) = 41,50

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 155,68

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,78

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Les sources d'incertitude sont nombreuses pour cette estimation.

La section figurant sur les plans est incomplète en rive gauche. Elle a été complétée par un levé de terrain, très cohérent avec les côtes indiquées sur le plan, ce qui laisse penser qu'il y a eu peu d'évolution dans le temps de cette section. En hypothèse basse toutefois, la section telle que donnée par les plans (non complétée) a été utilisée.

La pente n'est pas donnée par les plans. Elle est très vraisemblablement comprise entre 0,01 et 0,015. L'influence sur l'estimation du débit reste limitée, puisque en retenant un coefficient K de 20, le débit varie de 160 m³/s (pente de 0,01) à 190 m³/s (pente de 0,015).

L'hypothèse d'un régime uniforme a été retenue, et la formule de Manning Strickler appliquée pour l'estimation du débit.

Le coefficient de Strickler est comme toujours difficile à évaluer. Nous avons retenu des valeurs situées entre 5 et 15 en lit majeur et entre 15 et 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15, une pente de 0,01, et une section incomplète, on obtient un débit de 100 m³/s.

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20, une pente de 0,015, et une section complétée, le débit est de 230 m³/s.

L'hypothèse moyenne correspond à des coefficients K de 10 et 17 et une pente de 0,012, ainsi qu'une section complétée, soit un débit de 155 m³/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	28	36	100 m³/s	2,61
Hypothèse haute:	28	44	230 m³/s	5,99
Hypothèse intermédiaire:	28	44	155 m³/s	4,04

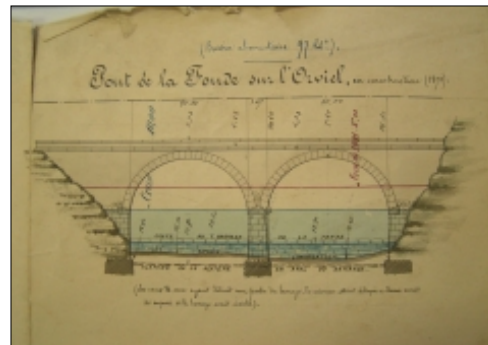
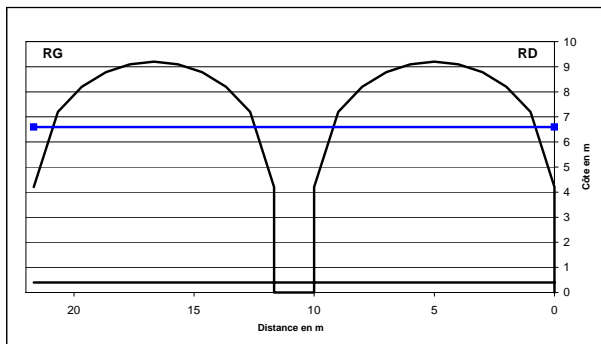
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°11

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1891**

Localisation de la section: **Lastours - Pont de La Fonde**  
Surface drainée: **97 km²**

Références documentaires utilisées: référence n°222

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Ztablier (m)
1	0	0	0,4	0
2	0	0	0,4	4,2
3	0	1	0,4	7,2
4	0	2	0,4	8,2
5	0	3	0,4	8,8
6	0	4	0,4	9,1
7	0	5	0,4	9,2
8	0	6	0,4	9,1
9	0	7	0,4	8,8
10	0	8	0,4	8,2
11	0	9	0,4	7,2
12	0	10	0,4	4,2
13	0	10	0,4	0,0
14	0	11,67	0,4	0
15	0	11,67	0,4	4,2
16	0	12,67	0,4	7,2
17	0	13,67	0,4	8,2
18	0	14,67	0,4	8,8
19	0	15,67	0,4	9,1
20	0	16,67	0,4	9,2
21	0	17,67	0,4	9,1
22	0	18,67	0,4	8,8
23	0	19,67	0,4	8,2
24	0	20,67	0,4	7,2
25	0	21,67	0,4	4,2

Commentaires:

Section issue des plans de la référence 222.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 6,6

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	6,6
0	0	21,67	6,6

Commentaires:

Côte figurant sur les plans de la référence 222.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,012

Commentaires:

Pente non donnée par les plans. La pente de 0,012 correspond à une moyenne des pentes données dans des sections situées un peu plus à l'amont, par différents plans datant du XIXème siècle. En 1930 la pente en ce secteur est évaluée à 0,015

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 6,6

surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur rive droite, en m²: 59,60  
surface mouillée en lit mineur rive gauche, en m²: 59,60  
surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 119,20

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur travée de droite:

K = 20,00  
Rh = 2,71  
V (m/s) = 4,26  
Q (m³/s) = 253,76

En lit mineur travée de gauche:

K = 20,00  
Rh = 2,71  
V (m/s) = 4,26  
Q (m³/s) = 253,76

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,05

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section ainsi que la cote de la crue, données par les plans, sont considérées comme fiables. En revanche la pente est incertaine, car déduite d'autres documents.

La surface mouillée calculée est également incertaine étant donné la présence possible, à l'aval direct du pont, d'un barrage emporté par la crue

(toutefois notre interprétation des documents nous a amené à penser que ce barrage a été emporté en 1874, et n'était donc plus présent en 1891)

Pour cette section sous ouvrage l'application de la formule de Manning Strickler n'est pas possible. A titre indicatif les vitesses calculées vont de 3 à 5 m/s (avec K variant de 15 à 25)

Il nous semble également peu probable qu'un passage en régime critique se soit produit, le rétrécissement de la section restant limité au niveau du pont.

Le passage du pont doit donner lieu à une accélération, mais les côtes sont données sur la face amont de l'ouvrage, et de plus les calculs

de vitesses effectués ne tiennent pas compte de l'influence possible des restes du barrage.

La fourchette de vitesses finalement retenue varie donc de 2,5 à 4,5 m/s.

L'hypothèse haute correspond à une vitesse de 4,5 m/s soit un débit de 540 m³/s

L'hypothèse basse correspond à une vitesse de 2,5 m/s soit un débit de 300 m³/s

L'hypothèse probable est intermédiaire avec une vitesse de 3,5 m/s, soit un débit de 420 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	mineur:      majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	120	300 m³/s	7,72
Hypothèse haute:	120	540 m³/s	13,90
Hypothèse intermédiaire:	120	420 m³/s	10,81

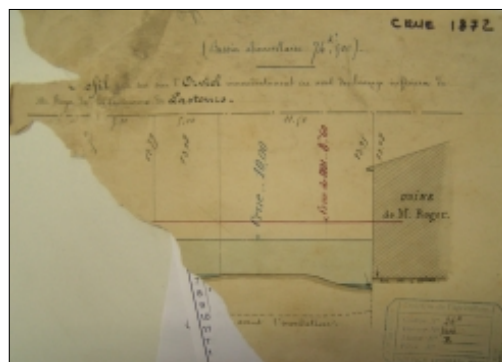
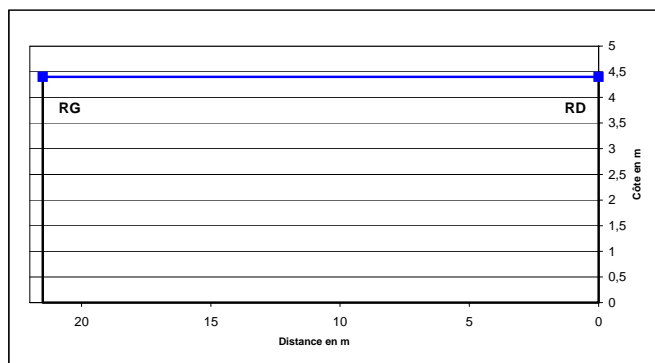
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°12

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1891**

Localisation de la section: **Lastours, aval immédiat du barrage Roger**  
Surface drainée: **73 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: références n°222, 249, 182.

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	4,4
2	0	0	0
3	0	21,5	0
4	0	21,5	4,4

Commentaires:

Section incomplète sur les plans de la référence 222. Complétée grâce aux références 249 et 182.

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 4,4

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	4,4
0	21,5	4,4

Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 222.

Incertaine car la côte du fond a visiblement fortement varié au cours de la crue.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015

Commentaires:

Pente du lit donnée par les plans de 1880 (référence 249)

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,4

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 94,60  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00

**Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 94,60**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
Rh = 2,87  
V (m/s) = 4,20  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 397,47

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 397,47

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,57

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Le document ayant servi de source n'est pas complet (plan déchiré en partie) ce qui rend l'estimation difficile. L'incertitude la plus forte concerne donc la section

d'écoulement, située au niveau du barrage aval de l'usine Roger. Cette section a été représentée de façon très schématisée en comparant la section donnée par les plans de 1930 (référence 182), et celle donnée par les plans de 1880 (référence 249).

De plus, la côte du lit a visiblement beaucoup varié dans cette section après la crue de 1874, ce qui rend l'estimation de la surface mouillée d'autant plus incertaine.

La pente est celle donnée par les plans de 1880, et varie probablement peu dans ce secteur.

La section se situant à l'aval immédiat du barrage, et la formule de Manning Strickler ne peut donc être appliquée. Elle aboutirait à des vitesses de 3,5 à 5 m/s.

Nous avons considéré que dans cette section les eaux étaient ralenties, après un éventuel ressaut à l'aval immédiat du barrage, ce qui d'ailleurs expliquerait

que d'importants dépôts se soient formés dans la section au cours de la crue de 1874. Les valeurs de vitesse retenues sont comprises entre 2,5 et 4,0 m/s.

En hypothèse haute avec une vitesse de 4,0 m/s on obtient un débit de 380 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse basse avec une vitesse de 2,5 m/s on obtient un débit de 230 m<sup>3</sup>/s

Le débit probable est intermédiaire avec une vitesse de 3,0 m/s, soit 285 m<sup>3</sup>/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	95		230 m <sup>3</sup> /s	7,43
Hypothèse haute:	95		380 m <sup>3</sup> /s	12,28
Hypothèse intermédiaire:	95		285 m <sup>3</sup> /s	9,21

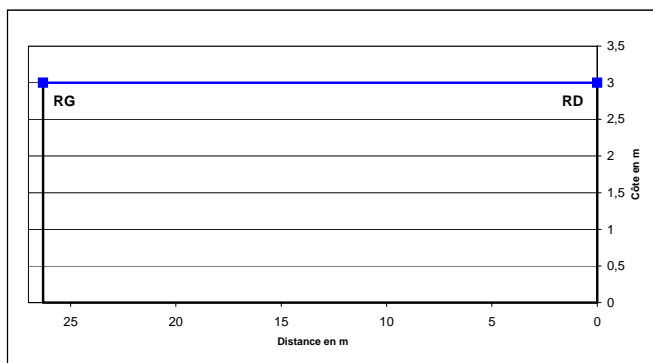
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°13

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1930**

Localisation de la section: **Lastours, aval immédiat du barrage Roger**  
Surface drainée: **73 km²**

Références documentaires utilisées: référence n°182 (barrage Roger, submergé par 3m d'eau puis emporté)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	3
2	0	0	0
3	0	26,3	0
4	0	26,3	3

Commentaires:

Section déduite des plans de la référence 182. Il s'agit des plans de la reconstruction, le barrage à reconstruire étant situé 20 m environ en amont du barrage initial. Nous supposons ici que les sections sont identiques au niveau des deux barrages, ce qui est plausible car la largeur du lit varie très peu dans ce secteur.

#### Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3
0	26,3	3

Commentaires:

Côte déduite d'un descriptif manuscrit de la crue qui précise que le barrage a été submergé par 3m d'eau environ, avant d'être emporté.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,01

Commentaires:

Pente du fond (et de la ligne d'eau en basses eaux) donnée par les plans de la référence 182

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 78,90  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

**Surface mouillée totale, en m²: 78,90**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

$K = 10,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 0,00$

En lit mineur:

$K = 20,00$   
 $R_h = 2,39$   
 $V \text{ (m/s)} = 3,58$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 282,15$

En lit majeur rive gauche:

$K = 10,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 0,00$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 282,15

##### Calcul de la vitesse critique:

$V \text{ (m/s)} = 5,4$

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente, donnée par les plans, peut être considérée comme fiable.

La section correspond à un barrage qui a été submergé, d'après les documents de la référence 182, par environ 3 mètres d'eau lors de la crue, puis finalement emporté.

L'erreur sur la surface mouillée est probablement assez limitée étant donnée la forme rectangulaire simple de la section.

L'hypothèse de régime uniforme ne peut évidemment être retenue, et la formule de Manning Strickler n'est donc pas applicable. Elle donnerait une vitesse de l'ordre de 3,5 m/s.

Un passage en régime critique est possible au dessus du barrage, et dans ce cas la vitesse serait de 5,4 m/s.

Nous pensons plus probablement que ce barrage a été noyé étant donné la hauteur de submersion. La fourchette de vitesses retenue est finalement de 3 à 5 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 235 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 5 m/s, le débit est de 395 m³/s

Le débit probable est intermédiaire en prenant une vitesse de 4 m/s, d'ailleurs proche de ce que donne la formule de Manning Strickler.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	79		<b>235 m³/s</b>	<b>7,59</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	79		<b>395 m³/s</b>	<b>12,76</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	79		<b>315 m³/s</b>	<b>10,18</b>



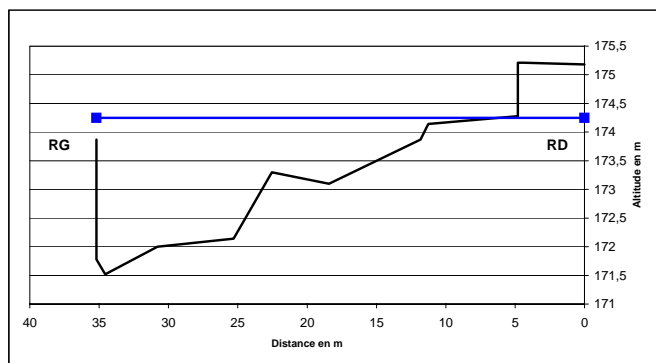
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°14

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1930**

Localisation de la section: **Lastours - La Caunette**  
Surface drainée: **95,5 km²**

Références documentaires utilisées: 183 (construction d'un barrage par la société des Mines de La Caunette)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	175,18
2	0	4,4	175,21
3	0	4,8	175,21
4	0	4,8	174,28
5	0	11,27	174,14
6	0	11,83	173,87
7	0	18,42	173,1
8	0	22,55	173,3
9	0	25,3	172,14
10	0	30,8	172
11	0	34,57	171,52
12	0	35,2	171,78
13	0	35,2	173,87

Commentaires

Section donnée par les plans de la référence 183.

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 174,25

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	174,25
0	35,2	174,25

Commentaires:

Deux côtes figurent sur les plans: 173,87 m une fois le pont de Limousis emporté, 174,58 m avant.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,0153

Commentaires:

Pente figurant dans le rapport justificatif, joint aux plans de la référence 183.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 174,25

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 9,87  
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 27,22  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 37,09

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,49  
V (m/s) = 0,77  
Q (m³/s) = 7,63

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 1,81  
V (m/s) = 3,68  
Q (m³/s) = 100,20

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 107,83

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 4,7

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La pente, que la section, toutes deux données par les documents de référence 183, sont considérées comme fiables.

La cote de la crue en revanche est incertaine. Deux côtes sont données: l'une correspond à la cote influencée par le remous créé par le pont de Limousis, situé à l'aval et qui a été obstrué puis emporté.

Cette cote conduira peut conduire à une surestimation du débit si l'on applique la formule de Manning Strickler (hypothèse de régime uniforme non respecté).

L'autre cote correspond à celle constatée après que le pont de Limousis ait été emporté. Cette cote ne correspond peut être pas au pic de débit et peut donc conduire à une sous-estimation du débit.

Les coefficients de Strickler ont été supposés compris entre 15 et 25.

En hypothèse basse, avec K=15 et la cote après rupture du pont, on obtient une vitesse en lit mineur de l'ordre de 2,5 m/s soit un débit total de 60 m³/s

En hypothèse haute, avec K=25 et la cote influencée par le remous du pont, la vitesse atteint les 4 m/s en lit mineur, soit un débit total de 175 m³/s

L'hypothèse moyenne correspond à un coefficient K de 20 avec une cote intermédiaire (moyenne des deux), le débit est alors de 110 m³/s.

Cette estimation est étonnamment basse, si on la compare aux autres estimations effectuées pour la même crue.

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	22	5	60 m³/s	1,56
Hypothèse haute:	31	16	175 m³/s	4,56
Hypothèse intermédiaire:	27	10	110 m³/s	2,87

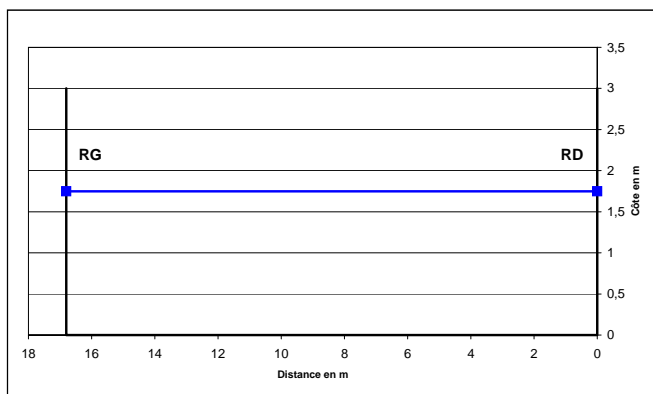
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°15

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1940**

Localisation de la section: **Les Ilhes, au niveau du pont**  
Surface drainée: **69 km²**

Références documentaires utilisées: Levé de terrain, repère de crue au niveau du pont des Ilhes

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	3
2	0	0	0
3	0	16,8	0
4	0	16,8	3

Commentaires:

Section levée sur le site.

#### Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	1,75
0	16,8	1,75

Commentaires:

Côte donnée par un repère de crue, à l'aval immédiat du pont.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,014

Commentaires:

Pente correspondant aux plans du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Valeur cohérente avec celles données à l'aval au XX<sup>ème</sup> siècle.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 1,75

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée en lit mineur, en m²: 29,40

Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00

**Surface mouillée totale, en m²: 29,40**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 5,00

Rh = 0,00

V (m/s) = 0,00

Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00

Rh = 1,45

V (m/s) = 3,03

Q (m³/s) = 89,06

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00

Rh = 0,00

V (m/s) = 0,00

Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après l'application de Manning Strickler: 89,06

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 4,14

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La pente n'a pas pu être levée en même temps que la section et n'est donc pas connue avec précision. Elle peut être prise entre 0,01 et 0,015.

L'hypothèse d'un régime uniforme est incertaine dans cette section, et la formule de Manning Strickler ne peut donc être appliquée. Elle donnerait des vitesses de 2,3 à 3,8 m/s (K variant de 15 à 25)

La repère de crue est situé à l'aval immédiat du pont. Ce dernier ne représente pas un gros rétrécissement du lit, il nous semble très peu probable que le régime critique ait été atteint.

La vitesse est probablement un peu plus importante que celle donnée par Manning Strickler, on peut la considérer comprise dans une fourchette de 2,5 à 4 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2,5 m/s, le débit est de 75 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, le débit est de 120 m³/s

L'hypothèse moyenne correspond à une vitesse de 3 m/s soit 90 m³/s.

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	29		<b>75 m³/s</b>	<b>2,54</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	29		<b>120 m³/s</b>	<b>4,06</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	29		<b>90 m³/s</b>	<b>3,04</b>

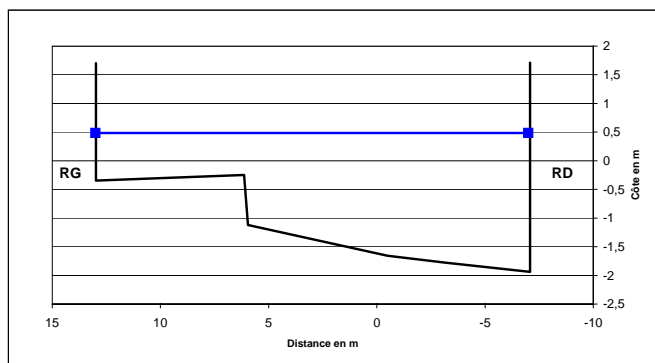
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°16

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1940**

Localisation de la section: **Lastours, pont vers Fournes**  
Surface drainée: **87 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: Références n°10, 39 (lecture 2,00 m à l'échelle), levé de terrain (section et repère de crue)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue du pont depuis l'aval. On aperçoit le seuil présent quelques mètres à l'aval du pont.

### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1		-7,083	1,71
2	7,752	-7,083	-1,94
3	3,793	-3,13	-1,778
4	3,777	-0,498	-1,658
5	4,481	5,955	-1,122
6	4,593	6,135	-0,248
7	4,835	12,985	-0,346
8		12,985	1,7

#### Commentaires

Section levée sur le site en août 2004 de terrain.

#### Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
		-7	0,486
		13	0,486

#### Commentaires:

La cote est donnée par un repère de crue, la cote échelle indiquée est déduite de ce repère.  
(les restes d'une ancienne échelle sont en effet présents à côté du repère)  
La cote indiquée par les références 10 et 39 est de 2,00 m, mais est très incertaine, car ne correspond pas à un pic de crue (trois lectures effectuées seulement à 20h00, minuit puis 08h00), ni peut être à la section considérée (la position de l'échelle à laquelle les lectures ont été effectuées n'est pas précisée)  
Le repère de crue constitue finalement la seule information fiable.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,016

	E (m)	N (m)	Z (m)	
	-46,086	3,302	-1,512	
	19,413	4,054	-1,677	amont du seuil
	31,379	4,813	-3,506	aval du seuil
	132,262	2,458	-4,349	pente: -0,0159

#### Commentaires:

Pente moyenne entre deux sections situées en amont et en aval du pont. Toutefois, la pente n'est pas régulière en raison de la présence d'un seuil quelques mètres à l'aval du pont.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 0,486

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 32,75  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00

**Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 32,75**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 5,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 1,20  
V (m/s) = 2,86  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 93,57

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après l'application de Manning Strickler: 93,57

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,09

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

De incertitudes importantes pèsent sur cette estimation: outre le fait que la pente n'est pas uniforme (présence d'un seuil à l'aval du pont), le coefficient de Strickler peut s'avérer relativement élevé dans ce passage sous ouvrage.

Nous avons malgré tout considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, en raison de l'absence de resserrement de la section au niveau du pont.

Nous avons fait varier la pente dans une fourchette de 0,01 à 0,016, et les coefficients de Strickler de 15 à 25.

En hypothèse basse, avec un coefficient K de 15 et une pente de 0,01, le débit obtenu est de 55 m<sup>3</sup>/s.

En hypothèse haute, avec un coefficient K de 25 et une pente de 0,016, le débit est de 115 m<sup>3</sup>/s.

Toutefois la vitesse (3,5 m/s) obtenue paraît trop éloignée de la vitesse critique, compte tenu de la proximité du seuil.

La borne supérieure de l'estimation a donc été augmentée et correspond à une vitesse de 4 m/s, soit un débit de 130 m<sup>3</sup>/s

L'hypothèse moyenne correspond à un K de 20 et une pente de 0,016, soit 95 m<sup>3</sup>/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur:	En lit majeur:		Q/S <sup>0.8</sup>
Hypothèse basse:	33		55 m <sup>3</sup> /s	1,54
Hypothèse haute:	33		130 m <sup>3</sup> /s	3,65
Hypothèse intermédiaire:	33		95 m <sup>3</sup> /s	2,67

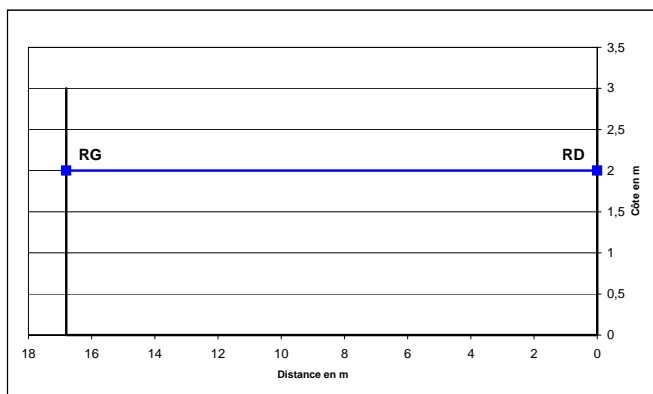
## Crues historiques de l'Orbiel - Estimation de débit n°17

Cours d'eau: **L'Orbiel**  
Date de la crue: **1999**

Localisation de la section: **Les Ilhes, au niveau du pont**  
Surface drainée: **69 km²**

Références documentaires utilisées: Levé de terrain, repère de crue au niveau du pont des Ilhes

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	3
2	0	0	0
3	0	16,8	0
4	0	16,8	3

Commentaires:  
Section levée sur le site.

#### Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	2
	0	16,8	2

Commentaires:  
Côte donnée par un repère de crue, à l'aval immédiat du pont.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,014

Commentaires:  
Pente correspondant aux plans du XIX<sup>ème</sup> siècle.  
Valeur cohérente avec celles données à l'aval au XX<sup>ème</sup> siècle.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2  
  
Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00  
Surface mouillée en lit mineur, en m²: 33,60  
Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00  
  
**Surface mouillée totale, en m²: 33,60**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:  
 $K = 5,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,00$

En lit mineur:  
 $K = 17,00$   
 $R_h = 1,66$   
 $V \text{ (m/s)} = 2,81$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 94,57$

En lit majeur rive gauche:  
 $K = 10,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,00$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 94,57

##### Calcul de la vitesse critique:

$V \text{ (m/s)} = 4,43$

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente n'a pas pu être levée en même temps que la section et n'est donc pas connue avec précision. Elle peut être prise entre 0,01 et 0,015.  
L'hypothèse d'un régime uniforme est incertaine dans cette section, et la formule de Manning Strickler ne peut donc être appliquée. Elle donnerait des vitesses de 2,5 à 4,1 m/s ( $K$  variant de 15 à 25).  
La repère de crue est situé à l'aval immédiat du pont. Ce dernier ne représente pas un gros rétrécissement du lit, il nous semble très peu probable que le régime critique ait été atteint.  
La vitesse est probablement un peu plus importante que celle donnée par Manning Strickler, on peut la considérer comprise dans une fourchette de 2,5 à 4,5 m/s.  
En hypothèse basse, avec une vitesse de 2,5 m/s, le débit est de 85 m³/s  
En hypothèse haute, avec une vitesse de 4,5 m/s, le débit est de 150 m³/s  
L'hypothèse moyenne correspond à une vitesse de 3,5 m/s soit 115 m³/s.

### VALEURS DE DEBIT RETENUES

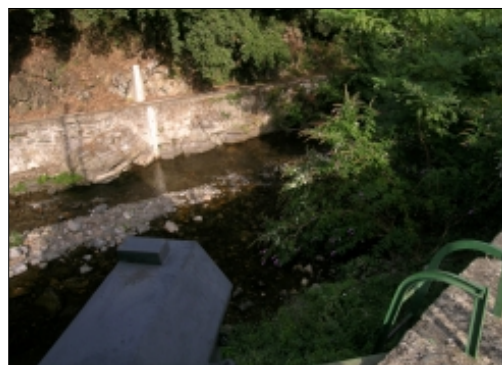
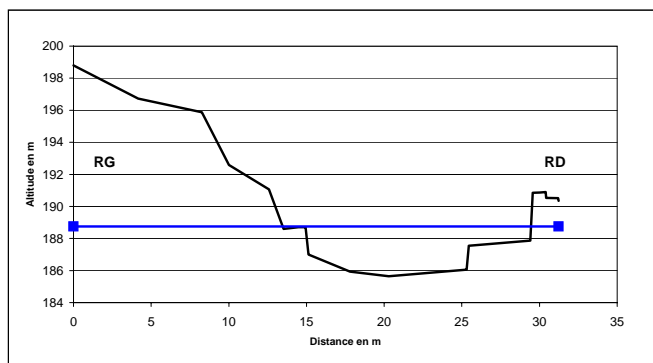
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	34		<b>85 m³/s</b>	<b>2,87</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	34		<b>150 m³/s</b>	<b>5,07</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	34		<b>115 m³/s</b>	<b>3,89</b>

## Orbiel - Estimation du débit des crues enregistrées par la station limnimétrique

Cours d'eau: **L'Orbiel**Localisation de la section: **Lastours, station**Dates des crues: **de 1968 à 2002**Surface drainée: **87 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 43 à 48 (limnigraphes), 63 et 64 (descriptif station)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	198,8
2	0	4,17	196,72
3	0	8,26	195,88
4	0	10,01	192,59
5	0	12,58	191,06
6	0	13,52	188,6
7	0	14,48	188,7
8	0	14,94	188,7
9	0	15,13	187
10	0	17,8	185,93
11	0	20,3	185,65
12	0	25,3	186,05
13	0	25,45	187,55
14	0	29,4	187,86
15	0	29,57	190,85
16	0	30,01	190,87
17	0	30,4	190,89
18	0	30,43	190,53
19	0	31,2	190,52
20	0	31,23	190,35

Commentaires

Section issue des plans de la référence 63, et confirmée par un levé de terrain.

#### Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 2,66

Zéro de l'échelle: 186,09

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	188,75
0	31,23	188,75

Commentaires:

Côtes données par les limnigraphes (références 43 à 48).

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015

Commentaires:

Pente moyenne mesurée sur le site en août 2004, entre deux points situés 100 m à l'amont et 50 m à l'aval de la station.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 188,75

Surface mouillée en lit majeur rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00  
 Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 32,86  
 Surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 32,86

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 5,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 17,00  
 Rh = 1,68  
 V (m/s) = 2,95  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 96,87

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 96,87

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Pour cette station deux courbes de tarage sont fournies par la banque HYDRO du MEDD. La première (n°C630) est valide jusqu'en 1996, la seconde (n°C631) de 1996 à 2003.

Plusieurs plans de la section, retrouvés à la DDE, laissent apparaître une légère évolution du lit dans le temps. Un levé de terrain effectué en août 2004 a permis de confirmer que ces évolutions étaient limitées, et également de mesurer la pente du lit.

Les jaugeages effectués sont nombreux (65) mais concernent presque tous des hauteurs faibles, inférieures à 1,5 m. Un seul a été effectué à une hauteur plus importante (2,4 m) en 1996.

Au niveau de cette section les berges peuvent être encombrées d'une végétation basse, mais dense par endroits, probablement très variable en fonction des saisons.

Le choix du coefficient de Strickler n'est donc pas plus aisé que dans les sections où les débits des crues historiques ont été estimés.

On peut estimer qu'il est compris entre 15 et 20.

Nous avons finalement retenu une valeur de 17, qui permet de reproduire correctement la vitesse et le débit jaugeés en 1996, pour une hauteur d'eau de 2,4 m.

Ce calage de K ne doit s'appliquer que pour des crues dont les hauteurs sont suffisantes (supérieures à 1,7 m). En effet pour des hauteurs inférieures, le lit se rétrécit fortement, et une valeur de K de 17 conduit à surestimer le débit, par rapport aux jaugeages effectués. Pour les crues de faible hauteur, il est préférable d'utiliser les courbes de tarage C630 et C631.

En pratique la formule de Manning Strickler n'a été utilisée, parmi les crues enregistrées par la station, que pour les crues de 1970 (2,66 m) et 1999 (2,88 m)

## Bassin du Lauquet

Tableau récapitulatif des crues recensées sur le Lauquet

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la côte PHE	Surface drainée (km <sup>2</sup> )	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>prolabile</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>prolabile</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>min</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>max</sub> /S <sup>0,8</sup>
1801										
1820		Verzeille amont du barrage	182	Moyenne entre les estimations n°1 et n°2, les valeurs obtenues restent très cohérentes avec l'estimation n°3 (jugée moins précise). En ce qui concerne les bornes inférieures et supérieures, les valeurs extrêmes des deux estimations n°1 et n°2 ont été retenues.	700	550	850	10,89	8,56	13,22
1843										
1862										
1872		Leuc amont du pont SNCF	188	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°4. L'estimation de débit n°5 a été jugée bien plus incertaine car située au niveau d'un pont (cette dernière estimation ne donne pas toutefois des valeurs très éloignées).	510	360	680	7,73	5,46	10,31
1884										
1891		Amont du barrage dans la traversée de Verzeille	179	Les valeurs retenues sont issues des estimations n°8, 10, et 11. La valeur retenue est une moyenne entre les trois estimations, et les valeurs extrêmes ont été conservées pour les bornes. D'autres estimations effectuées (n°6, 7, 12 et 13) confirment ces valeurs à peu de chose près. Seule l'estimation n°9 s'en écarte sensiblement: elle a été jugée peu fiable.	850	530	1090	13,40	8,36	17,18
1892	5,90	Amont du barrage, et pont de la gare à Verzeille	182	La valeur probable retenue est issue des estimations n°14 et 15 (moyenne des deux valeurs), malgré l'incertitude sur les côtes. Ces deux estimations sont relativement cohérentes entre elles. Pour les bornes les valeurs extrêmes des estimations n°14 et 15 ont été conservées. L'estimation n°16 donne des valeurs proches bien qu'un peu plus faibles (c'était déjà le cas pour la crue de 1891, estimation n°12).	680	435	915	10,58	6,77	14,24
1898	3,50	Pont de Saint Hilaire	169	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°18. L'estimation n°17 aboutit à des valeurs comparables, mais la côte PHE ayant servi à cette estimation a été jugée moins fiable.	290	190	375	4,79	3,14	6,19
1907	3,00	Pont de Saint Hilaire	169	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°18.	290	190	375	4,79	3,14	6,19
1908	3,00	Pont de Saint Hilaire	169	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°18.	290	190	375	4,79	3,14	6,19
1911	2,20	Pont de Saint Hilaire?								
1930										
1940	7,30	Pont de Saint Hilaire et Station de Saint Hilaire - Le Pech	173	Les valeurs retenues sont issues des deux estimations n°19 et 20. Les fourchettes de débits données par ces deux estimations se distinguent sensiblement, mais il est difficile de donner plus de crédit à l'une qu'à l'autre. A défaut nous avons retenu la valeur moyenne des deux estimations, et les valeurs extrêmes pour les bornes inférieures et supérieures.	670	380	1000	10,86	6,16	16,20
1952										
1959	5,63	Station de St Hilaire - Le Pech? Echelle du Pont de St Hilaire?	169	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°21	480	320	640	7,92	5,28	10,57
1962		Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°22	470	310	630	7,48	4,93	10,02
1963	5,93	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°23	450	300	600	7,16	4,77	9,54
1965										
1968	4,95	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24, valeur abaissée de 38 m <sup>3</sup> /s en raison de l'absence du seuil	208	149	399	3,30	2,38	6,35

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la cote PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>prochable</sub> (m³/s)	Q <sub>maxi</sub> (m³/s)	Q <sub>prochable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>max</sub> /S <sup>0,8</sup>
1969	4,87	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24, valeur abaissée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil	200	145	3,19	2,31	6,21
1970	7,75?	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°25	725	410	11,53	6,52	15,75
1971	4,88	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24, valeur abaissée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil	201	146	3,20	2,32	6,23
1972	4,51	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24, valeur abaissée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil	168	128	2,67	2,03	5,55
1973	2,50	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM décalée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	40	39,6	0,64	0,63	0,64
1974	4,04	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24, valeur abaissée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil	127	104	2,03	1,66	4,68
1975	2,90	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM décalée de 38 m³/s en raison de l'absence du seuil	57,6	57,0	0,92	0,91	0,93
1976	0,95	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	19,5	19,3	0,31	0,31	0,31
1977	4,52	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24	207	166	3,29	2,64	6,17
1978	3,36	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	115,0	113,9	1,83	1,81	1,85
1979	2,62	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	83,3	82,5	1,33	1,31	1,34
1980	0,97	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	20,1	19,9	0,32	0,32	0,32
1981	1,90	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	56,0	55,4	0,89	0,88	0,90
1982	1,49	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	39,6	39,2	0,63	0,62	0,64
1983	0,94	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	19,2	19,0	0,31	0,30	0,31
1984	1,36	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	34,4	34,1	0,55	0,54	0,55
1985	1,47	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	38,8	38,4	0,62	0,61	0,62
1986	1,08	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	23,9	23,7	0,38	0,38	0,38
1987	1,12	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	25,3	25,0	0,40	0,40	0,41
1988	2,94	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	97,4	96,4	1,55	1,53	1,56
1989	0,52	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	4,6	4,5	0,07	0,07	0,07
1990	3,42	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	117,0	115,8	1,86	1,84	1,88
1991	3,75	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24	142	128	2,26	2,04	4,75
1992	4,30	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24	187	155	2,98	2,47	5,76
1993	3,40	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	116,0	114,8	1,85	1,83	1,86
1994	0,94	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	19,2	19,0	0,31	0,30	0,31
1995	1,36	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +-1%	34,4	34,1	0,55	0,54	0,55
1996	3,39	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24	160	139	2,55	2,22	5,18



Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la côte PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	$Q_{\text{probable}}$ (m³/s)	$Q_{\text{mini}}$ (m³/s)	$Q_{\text{maxi}}$ (m³/s)	$Q_{\text{probable}}/S^{0,8}$	$Q_{\text{mini}}/S^{0,8}$	$Q_{\text{maxi}}/S^{0,8}$
1997	1,28	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	31,2	30,9	31,5	0,50	0,49	0,50
1998	0,58	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	6,6	6,5	6,7	0,10	0,10	0,11
1999	7,18	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°26	635	410	860	10,10	6,52	13,68
2000	3,20	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	108,0	106,9	109,1	1,72	1,70	1,74
2001	1,44	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	37,6	37,2	38,0	0,60	0,59	0,60
2002	2,15	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Courbe de tarage ORSTOM, intervalle correspondant à la valeur estimée +- 1%	65,4	64,7	66,1	1,04	1,03	1,05
2003	4,10	Station de Saint Hilaire - Le Pech	177	Estimation réalisée à l'aide de la feuille d'estimation de débits n°24	170	145	339	2,71	2,31	5,40

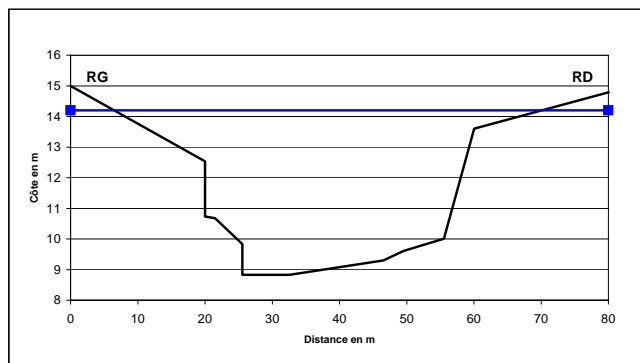


## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°1

Cours d'eau: **Le Lauquet** Localisation de la section: **Verzeille - en amont du barrage**  
 Date de la crue: **1820** Surface drainée: **182 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	15
2	0	20	12,53
3	0	20	10,73
4	0	21,5	10,68
5	0	25,55	9,83
6	0	25,55	8,83
7	0	32,55	8,83
8	0	46,55	9,3
9	0	49,55	9,61
10	0	55,55	10,01
11	0	60,05	13,6
12	0	80,05	14,79

Commentaires:

Section issue du profil n°4, figurant sur un plan de la référence 259.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 14,20

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	14,2
0	80	14,2

Commentaires:

Côte de la crue indiquée sur le plan de la référence 259 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,01

	E (m)	N (m)	Z (m)	I
profil 4	0	0	14,2	
profil 5	100	0	13,27	
profil 6	200	0	12,56	
profil 7	240	0	11,77	

Commentaires:

Pente de la ligne d'eau indiquée sur le plan de la référence 259, qui contient un profil en long.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 14,2

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 37,92  
 surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 150,06  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite en m<sup>2</sup>: 16,78

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 204,75

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 2,11  
 V (m/s) = 1,64  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 62,32

En lit mineur :

K = 18,00  
 Rh = 3,85  
 V (m/s) = 4,42  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 663,20

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,99  
 V (m/s) = 0,99  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 16,63

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 742,15

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,00

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section d'écoulement est donnée par des plans de la référence 259, datant de 1860. Ces plans sont très détaillés et donnent même la pente de la ligne d'eau de la crue, ainsi que plusieurs sections.

La section ainsi que la pente peuvent par conséquent être considérées comme fiables.

Le profil n°4 se situe à l'amont immédiat de l'influence du remous du barrage.

L'hypothèse de régime uniforme nous semble plausible dans cette section, et nous avons par conséquent appliqué la formule de Manning Strickler.

Il est certain en tout cas que le régime critique est loin d'être atteint.

La plus forte incertitude réside dans les coefficients de Strickler, ainsi que dans la distinction lit mineur/lit majeur pour ces coefficients.

Les limites du lit mineur ont été fixées au niveau des pentes les plus abruptes du profil.

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 5 à 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec K=5 en lit majeur et K=15 en lit mineur, on obtient un débit de 590 m<sup>3</sup>/s.En hypothèse haute, avec K=15 en lit majeur et K=20 en lit mineur, on obtient un débit de 850 m<sup>3</sup>/s.L'hypothèse intermédiaire correspond à K=10 et 18, soit 740 m<sup>3</sup>/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

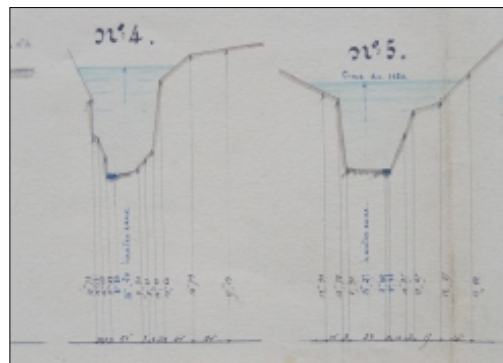
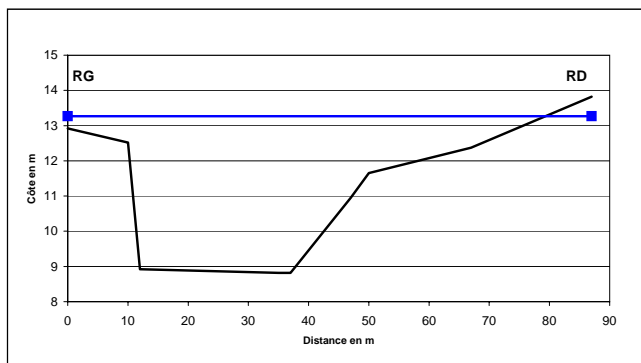
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup> :		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	150	55	590 m <sup>3</sup> /s	9,18
Hypothèse haute:	150	55	850 m <sup>3</sup> /s	13,22
Hypothèse intermédiaire:	150	55	740 m <sup>3</sup> /s	11,51

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°2

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - en amont du barrage</b>
Date de la crue: <b>1820</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	12,92
2	0	10	12,52
3	0	12	8,92
4	0	35	8,82
5	0	37	8,82
6	0	47	10,95
7	0	50	11,65
8	0	67	12,37
9	0	87	13,82

Commentaires:

Section issue du profil n°5, figurant sur un plan de la référence 259.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 13,27

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	13,27
0	87	13,27

Commentaires:

Côte de la crue indiquée sur le plan de la référence 259 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,01

	E (m)	N (m)	Z (m)	I
profil 4	0	0	14,2	
profil 5	100	0	13,27	
profil 6	200	0	12,56	
profil 7	240	0	11,77	

Commentaires:

Pente de la ligne d'eau indiquée sur le plan de la référence 259, qui contient un profil en long.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 13,27

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 5,50  
 surface mouillée en lit mineur, rive gauche, en m²: 154,96  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 30,42

Surface mouillée totale, en m²: 190,88

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00

Rh = 0,55

V (m/s) = 0,67

Q (m³/s) = 3,69

En lit mineur :

K = 18,00

Rh = 3,44

V (m/s) = 4,10

Q (m³/s) = 636,06

En lit majeur rive droite:

K = 10,00

Rh = 1,01

V (m/s) = 1,01

Q (m³/s) = 30,70

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 670,45

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,42

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Le profil est donné par des plans de la référence 259, datant de 1860. Ces plans sont très détaillés et donnent même la pente de la ligne d'eau de la crue, ainsi que plusieurs sections.

La section ainsi que la pente peuvent par conséquent être considérées comme fiables.

La section 5 se situe dans la zone d'influence du remous du barrage. Cette influence est toutefois probablement limitée étant donné l'ampleur de la crue.

L'hypothèse de régime uniforme nous semble pouvoir être effectuée, et nous avons donc appliqué la formule de Manning Strickler pour l'estimation du débit.

Il est certain en tout cas que le régime critique est loin d'être atteint.

La plus forte incertitude réside dans les coefficients de Strickler, ainsi que dans la distinction lit mineur/lit majeur pour ces coefficients.

Les limites du lit mineur ont été fixées au niveau des pentes les plus abruptes du profil.

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 5 à 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec K=5 en lit majeur et K=15 en lit mineur, on obtient un débit de 550 m³/s.

En hypothèse haute, avec K=15 en lit majeur et K=20 en lit mineur, on obtient un débit de 760 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à K=10 et 18, soit 670 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

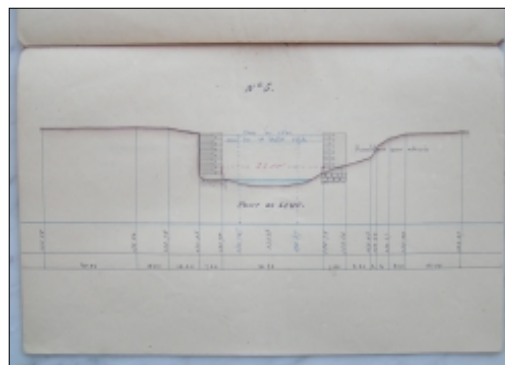
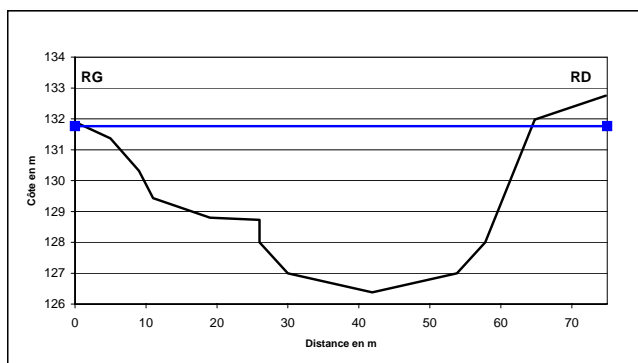
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	155	36	550 m³/s	8,56
Hypothèse haute:	155	36	760 m³/s	11,82
Hypothèse intermédiaire:	155	36	670 m³/s	10,42

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°3

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Leuc - Pont de chemin de fer</b>
Date de la crue: <b>1820</b>	Surface drainée: <b>193 km²</b>

Références documentaires utilisées: 222, 257

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	131,9
2	0	5	131,37
3	0	9	130,32
4	0	11	129,43
5	0	19	128,8
6	0	26	128,73
7	0	26	128
8	0	30	127
9	0	41,9	126,38
10	0	53,8	127
11	0	57,8	128
12	0	64,8	131,98
13	0	74,8	132,75

Commentaires:  
Profil figurant sur des plans de la référence 257.

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 131,76

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	131,762
0	75	131,762

Commentaires:  
Côte de la crue indiquée sur les plans de la référence 257 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,007

Commentaires:  
La pente n'est pas donnée par les plans, et n'est pas connue de façon précise.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 131,76

Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 218,55  
surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 218,55

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur :

K = 18,00  
Rh = 3,41  
V (m/s) = 3,42  
Q (m³/s) = 746,39

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 746,39

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,00

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Les références 222 et 257 donnent chacune un profil de la section au niveau du futur pont SNCF de Leuc. La cote de la crue de 1820 ne figure que sur le plan de la référence 257. Le profil du fond est sensiblement différent d'un plan à l'autre. C'est celui de la référence 257 qui a été utilisé ici, car plus ancien (daté de 1873) et donnant la cote de la crue. L'autre plan n'est pas daté, mais semble plus récent (côte de 1891 indiquée) et le profil y est moins précis (moins de côtes, côtes relatives). En 1820 le pont de chemin de fer n'existait pas et nous avons donc ajouté la surface occupée par les piles et culées dans le calcul de la section. Les plans ne donnent pas la pente du lit. Nous avons considéré une fourchette de pentes allant de 0,005 à 0,01. Il est très peu probable que le régime critique soit atteint dans cette section. Le pont de chemin de fer n'étant pas encore présent à l'époque de la crue, l'hypothèse de régime uniforme peut en revanche être effectuée, et la formule de Manning Strickler semble donc applicable. Le coefficient de strickler dans cette section est incertain (aucune information sur l'état de la section en 1820). Nous avons considéré qu'il était compris entre 15 et 20. En hypothèse basse, avec K=15 et une pente de 0,005, on obtient une vitesse de 2,4 m/s soit un débit de 525 m³/s. En hypothèse haute, avec K=20 et une pente de 0,1, on obtient une vitesse de 4,5 m/s soit un débit de 1000 m³/s. L'hypothèse intermédiaire correspond à K=18 et une pente de 0,007, soit une vitesse 3,5 m/s et un débit de 750 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

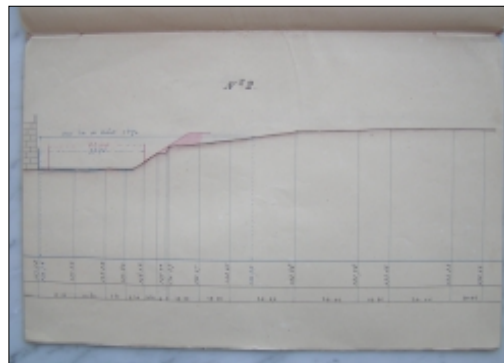
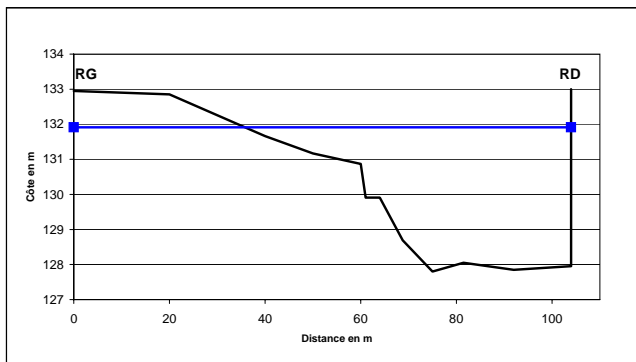
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	218		525 m³/s	7,79
Hypothèse haute:	218		1000 m³/s	14,84
Hypothèse intermédiaire:	218		750 m³/s	11,13

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°4

Cours d'eau: **Le Lauquet** Localisation de la section: **Leuc - Amont du pont de chemin de fer**  
 Date de la crue: **1872** Surface drainée: **188 km²**

Références documentaires utilisées: 257

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	132,95
2	0	20	132,85
3	0	40	131,66
4	0	50	131,17
5	0	60	130,87
6	0	61	129,91
7	0	64	129,91
8	0	68,8	128,69
9	0	75	127,8
10	0	81,5	128,05
11	0	92	127,85
12	0	104	127,95
13	0	104	133

Commentaires:  
 Section déduite du profil n°2 figurant sur des plans de la référence 257.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 131,91

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	131,91
0	104	131,91

Commentaires:  
 Côte de la crue indiquée sur les plans de la référence 257 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,007

Commentaires:  
 La pente n'est pas donnée par les plans, et n'est pas connue de façon précise.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 131,91  
 surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 23,87  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 150,85  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 174,72

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:  
 $K = 10,00$   
 $R_h = 0,77$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,70$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 16,78$

En lit mineur:  
 $K = 18,00$   
 $R_h = 3,21$   
 $V \text{ (m/s)} = 3,28$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 494,33$

En lit majeur rive droite:  
 $K = 10,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,00$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 511,11

Calcul de la vitesse critique:  $V \text{ (m/s)} = 6,26$ 

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section considérée, donnée par des plans de la référence 257, se situe au niveau du futur pont routier de Leuc. La surface mouillée est considérée comme fiable.

Les plans en revanche ne donnent pas la pente du lit. Nous avons donc considéré une fourchette de pentes, comprise entre 0,005 et 0,01.

Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section. L'hypothèse de régime uniforme en revanche peut être effectuée.

Nous avons par conséquent estimé le débit de la crue en appliquant la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler sont difficiles à estimer. Nous avons considéré qu'il était compris entre 15 et 20 en lit mineur et entre 10 et 15 en lit majeur.

En hypothèse basse, avec  $K=10$  en lit majeur et  $K=15$  en lit mineur, et une pente de 0,005, on obtient un débit de 360 m³/s.

En hypothèse haute, avec  $K=15$  en lit majeur et  $K=20$  en lit mineur, et une pente de 0,01, on obtient un débit de 680 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à  $K=10$  et 18, et à une pente de 0,007, soit 510 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	151	24	360 m³/s	5,46
Hypothèse haute:	151	24	680 m³/s	10,31
Hypothèse intermédiaire:	151	24	510 m³/s	7,73

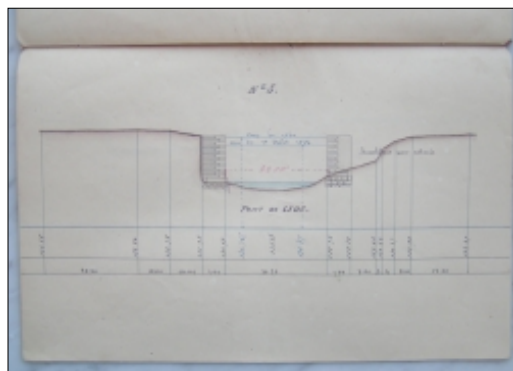
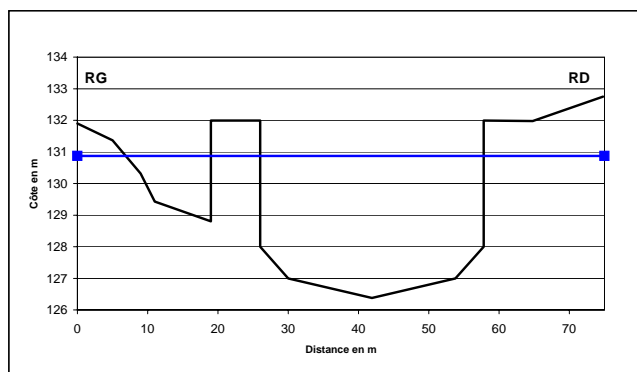
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°5

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1872**

Localisation de la section: **Leuc - Pont de chemin de fer**  
Surface drainée: **193 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 222, 257

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	131,9
2	0	5	131,37
3	0	9	130,32
4	0	11	129,43
5	0	19	128,8
6	0	19	131,99
7	0	26	131,99
8	0	26	128,73
9	0	26	128
10	0	30	127
11	0	41,9	126,38
12	0	53,8	127
13	0	57,8	128
14	0	57,8	131,99
15	0	64,8	131,98
16	0	74,8	132,75

Commentaires:

Profil n°5 figurant sur des plans de la référence 257.

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 130,87

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	130,87
0	75	130,87

Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 257, donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente n'est pas indiquée sur les plans, et n'a pas été vérifiée sur site.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 130,87

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 14,04  
surface mouillée en lit mineur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 126,44  
surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 0,00

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 140,48

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, rive gauche:

K = 15,00  
Rh = 0,99  
V (m/s) = 1,05  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 14,80

En lit mineur, rive droite:

K = 20,00  
Rh = 3,16  
V (m/s) = 3,05  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 385,16

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 399,96

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,16

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Les références 222 et 257 donnent chacune une coupe du pont SNCF de Leuc avec cote de la crue. La cote donnée est sensiblement identique (1,10 m à 1,30 m sous le tablier)

En revanche le profil du fond est sensiblement différent d'un plan à l'autre. C'est celui de la référence 257 qui a été utilisé ici, car daté de 1873.

L'autre plan n'est pas daté mais semble plus récent, et le profil y est moins précis (moins de cotes, cotes relatives).

Les cotes données sont probablement prises en amont du pont (cotes les plus élevées).

Ces plans ne donnent pas la pente du lit. Celle-ci est probablement proche de 0,005, mais n'a pas été vérifiée sur site.

S'agissant d'un passage sous ouvrage, on peut considérer que le lit y est relativement propre, sauf dans la travée rive gauche qui peut être encombrée par de la végétation.

Toutefois cette travée rive gauche a très peu d'influence sur l'estimation du débit. On peut supposer les coefficients de Strickler compris entre 10 et 15 en travée RG et entre 15 et 20 en travée RD.

Les vitesses calculées par la formule de Manning Strickler ne le sont toutefois qu'à titre indicatif, l'hypothèse de régime uniforme n'étant probablement pas vérifiée dans cette section sous ouvrage.

Il nous paraît également assez peu probable que le régime critique soit atteint sous l'ouvrage, et s'il l'est la vitesse au niveau de la face amont du pont doit probablement rester

inférieure à la vitesse critique de 6 m/s (la passage en régime critique se faisant sous le pont, quelques mètres plus à l'aval)

En hypothèse basse, avec une vitesse de 0,5 m/s en rive gauche et 2 m/s en rive droite, on obtient un débit de 260 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 1,5 m/s en rive gauche et 4 m/s en rive droite, on obtient un débit de 530 m<sup>3</sup>/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à une vitesse de 1 m/s en rive gauche et 3 m/s en rive droite, soit un débit de 400 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

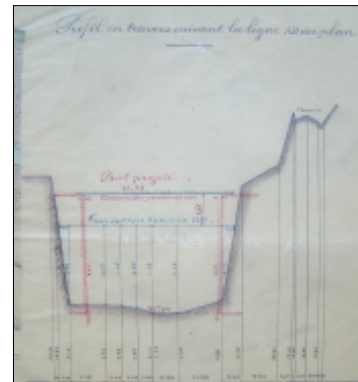
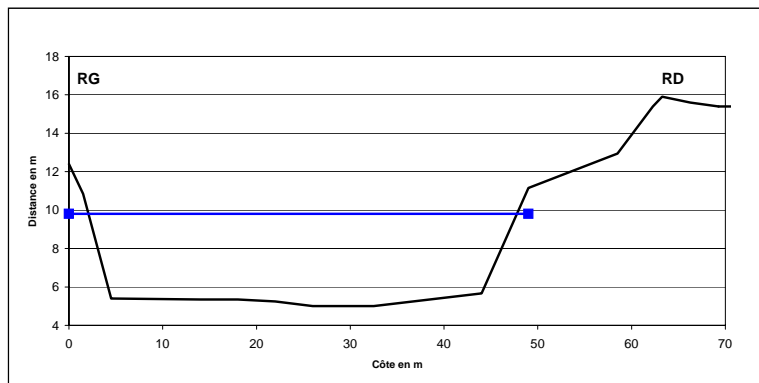
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup> : En lit mineur:      En lit majeur:	Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	140	260 m <sup>3</sup> /s	3,86
Hypothèse haute:	140	530 m <sup>3</sup> /s	7,87
Hypothèse intermédiaire:	140	400 m <sup>3</sup> /s	5,94

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°6

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Saint Hilaire - en bordure du chemin de gde communication n°10 de Saint Hilaire à Laderm</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>136 km²</b>

Référence documentaire utilisée: 258

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	12,4
2	0	1,5	10,85
3	0	4,5	5,4
4	0	14	5,35
5	0	18	5,35
6	0	22	5,25
7	0	26	5
8	0	32,5	5
9	0	44	5,66
10	0	49	11,15
11	0	58,5	12,95
12	0	62,26	15,4
13	0	63,26	15,9
14	0	66,26	15,6
15	0	69,26	15,4
16	0	70,76	15,4

Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 258.

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 9,80

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	9,8
0	49	9,8

Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 258 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente n'est pas indiquée sur les plans.

Elle n'a pas pu être vérifiée sur site, la localisation exacte de la section étant difficile à retrouver.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 9,8

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 196,09  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 196,09

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 7,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
 Rh = 3,92  
 V (m/s) = 3,52  
 Q (m³/s) = 689,66

En lit majeur rive droite:

K = 7,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 689,66

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,86

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée est donnée par les plans de la référence 258. Sa forme est simple et elle a été considérée comme fiable.

Elle est située dans un secteur, en amont de Saint Hilaire, où la surface drainée est sensiblement inférieure à celle présente à l'aval, mais où le profil est nettement plus encaissé.

Par conséquent, il n'est pas utile de distinguer ici le lit mineur du lit majeur dans l'estimation de débit. De plus le coefficient de Strickler peut s'avérer élevé,

la section semblant présenter des flancs très abrupts, où la végétation peut s'avérer peu dense (ceci n'a pu être vérifié sur site, la localisation exacte de cette section étant difficile à retrouver).

L'hypothèse de régime uniforme semble pouvoir être retenue sans problème, et la formule de Manning Strickler peut donc être appliquée.

Il est très peu probable en revanche que le régime critique ait été atteint dans cette section.

La pente n'est pas fournie par les plans, et n'a pas pu être vérifiée sur site. À défaut une fourchette de 0,003 à 0,007 a été retenue.

Les coefficients K sont considérés comme compris dans une fourchette de 15 à 25

En hypothèse basse, avec K=15 en lit mineur et une pente de 0,003, on obtient un débit de 400 m³/s.

En hypothèse haute, avec K=25 en lit mineur et une pente de 0,007, on obtient un débit de 1020 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à K=20 et à une pente de 0,005, soit 690 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	196		400 m³/s	7,86
Hypothèse haute:	196		1020 m³/s	20,03
Hypothèse intermédiaire:	196		690 m³/s	13,55



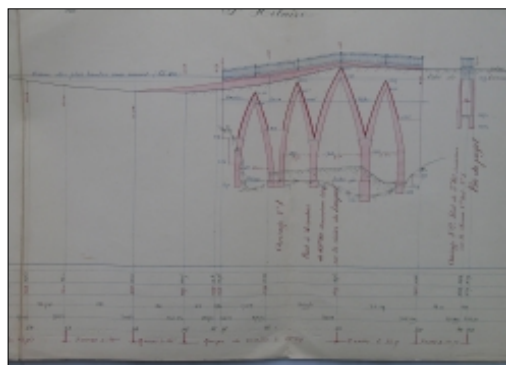
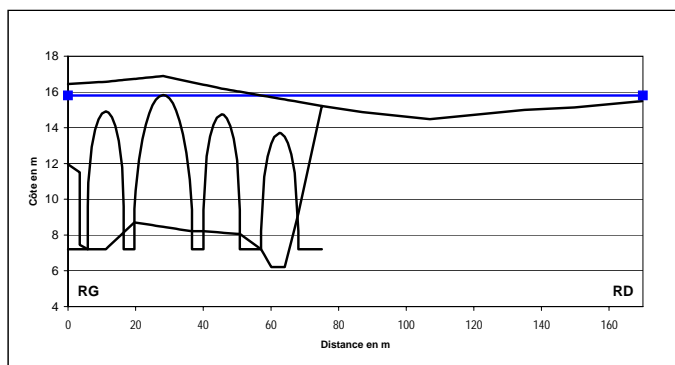
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°7

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1891**

Localisation de la section: **Saint Hilaire, pont de la RD104**  
Surface drainée: **169 km²**

Références documentaires utilisées: 206, 275

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Zinf (tablier) en m	Zsup (tablier) en m
1	0	0	11,95	7,21	16,45
2	0	3,45	11,5	7,21	16,49
3	0	3,45	7,45	7,21	16,49
4	0	5,83	7,21	7,21	16,51
5	0	5,83	7,21	9,6	16,51
6	0	6	7,21	10,93	16,51
7	0	7	7,21	12,93	16,53
8	0	8	7,21	13,89	16,54
9	0	9	7,21	14,47	16,55
10	0	10	7,21	14,79	16,56
11	0	11,15	7,21	14,92	16,57
12	0	12	7,36	14,85	16,59
13	0	13	7,54	14,59	16,60
14	0	14	7,71	14,09	16,62
15	0	15	7,89	13,27	16,64
16	0	16	8,07	11,79	16,66
17	0	16,47	8,15	9,60	16,67
18	0	16,47	8,15	7,21	16,67
19	0	19,62	8,71	7,21	16,73
20	0	19,62	8,71	9,46	16,73

Commentaires:

Profil déduit des plans de la référence 275 (datant de 1915).

Seules les côtes d'une partie des points du profil sont données ici (20 points sur 73 au total).

Cf. fiches d'estimations n°18,19, et 21 pour les autres points du profil.

## Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 8,8

(côte déduite du niveau donné sur les plans)

Zéro de l'échelle, en m: 7

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	15,8
0	170	15,8

Commentaires:

Côte figurant sur les plans de la référence 275 (datant de 1915).

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente n'a pas été vérifiée et ne figure pas sur les plans.

La valeur retenue est la valeur communément rencontrée dans cette section du cours d'eau.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 15,8

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
surf. mouil. en lit mineur, travée rive gauche, en m²: 66,71  
surf. mouil. en lit mineur travée milieu gauche, en m²: 96,51  
surf. mouil. en lit mineur, travée milieu droite, en m²: 57,34  
surface mouil. en lit mineur, travée rive droite, en m²: 61,15  
surface mouil. en lit majeur, rive droite, en m²: 83,88  
surf. mouil. en lit mineur au dessus du tablier, en m²: 0,00

**Surface mouillée totale, en m²: 365,60**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 20,00

Rh = 2,22

V (m/s) = 2,41

Q (m³/s) = 160,73

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu gauche:

K = 20,00

Rh = 2,19

V (m/s) = 2,39

Q (m³/s) = 230,41

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu droite:

K = 20,00

Rh = 1,79

V (m/s) = 2,09

Q (m³/s) = 119,64

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 20,00

Rh = 2,04

V (m/s) = 2,27

Q (m³/s) = 139,02

En lit majeur rive droite:

K = 10,00

Rh = 0,73

V (m/s) = 0,57

Q (m³/s) = 48,06

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 697,86

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,75

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La cote et la section, données par les plans, sont considérées comme fiable. Le lit ne semble pas évoluer de façon importante, d'après les plans trouvés dans les références 275 (1915) et 206 (1948).

La formule de Manning Strickler donne des vitesses d'écoulement de l'ordre de 2 à 3 m/s dans les quatre travées, mais cette formule n'est pas applicable dans cette section.

L'hypothèse de régime uniforme est en effet loin d'être respectée dans ce passage sous ouvrage. Il est en revanche probable que le régime critique ait été atteint sous le pont.

La vitesse critique est très élevée, mais la cote hautes eaux étant donnée à l'amont de l'ouvrage, dans cette section la vitesse doit rester nettement inférieure à la vitesse critique.

Nous avons donc considéré une fourchette de vitesses allant de 2,5 à 4,5 m/s en lit mineur. En lit majeur la formule de Manning Strickler a été appliquée, avec des coefficients K variant de 5 à 15.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4,5 m/s en lit mineur, et K=15 en lit majeur, le débit est de 1340 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2,5 m/s en lit mineur, et K=5 en lit majeur, le débit est de 730 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à une vitesse de 3,5 m/s en lit mineur, et K=10 en lit majeur, soit 1030 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

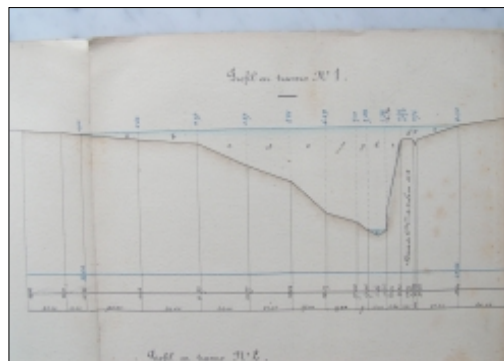
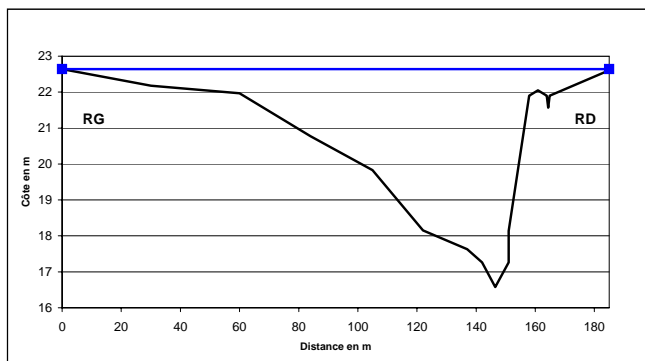
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	282	84	730 m³/s	12,05
Hypothèse haute:	282	84	1340 m³/s	22,12
Hypothèse intermédiaire:	282	84	1030 m³/s	17,00

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°8

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - en amont du pont de la RD43</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>179 km²</b>

Références documentaires utilisées: 262

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	22,64
2	0	30	22,18
3	0	60	21,97
4	0	84	20,77
5	0	105	19,83
6	0	122	18,15
7	0	137	17,63
8	0	142	17,26
9	0	146,5	16,58
10	0	151	17,26
11	0	151	18,14
12	0	157,9	21,9
13	0	160,9	22,05
14	0	163,9	21,9
15	0	164,4	21,57
16	0	164,9	21,9
17	0	185,9	22,64

Commentaires:

Profil n°1 figurant sur des plans de la référence 262.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 22,64

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	22,64
0	0	185	22,64

Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 262 sur lesquels figure la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

	E (m)	N (m)	Z fil d'eau	I
0	0	0	22,64	
623	0	0	20,89	0,0028

Commentaires:

Pente de la ligne d'eau, très faible, donnée par les plans de la référence 262 sur lesquels figure la section.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 22,64

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 23,85

surface mouillée en lit mineur, en m²: 308,45

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 12,67

**Surface mouillée totale, en m²: 344,97**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00

Rh = 0,40

V (m/s) = 0,38

Q (m³/s) = 9,12

En lit mineur :

K = 18,00

Rh = 2,97

V (m/s) = 2,63

Q (m³/s) = 810,43

En lit majeur rive droite:

K = 10,00

Rh = 0,44

V (m/s) = 0,41

Q (m³/s) = 5,15

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 824,70

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,44

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Le profil est donné par les plans de la référence 262. Il est probablement situé à environ 800 mètres en amont du pont de la RD 43.

Dans ce secteur les rapport joints au plan indiquent que le Lauquet n'a quasiment pas débordé en lit majeur.

La section du profil n°1 utilisé ici est quasiment deux fois plus faible qu'au niveau du profil n°4 figurant sur les mêmes plans.

La pente fil d'eau indiquée est pourtant indentique, mais il s'agit d'une pente moyenne relevée sur 625 m à l'aval du profil n°1.

Il est vraisemblable qu'au niveau du profil n°1, la section étant resserrée, la pente fil d'eau a été plus importante. Nous avons donc considéré des pentes comprises entre 0,003 et 0,006.

Dans cette section nous avons admis l'hypothèse d'un régime uniforme et appliqué la formule de Manning Strickler. Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint.

Le lit majeur ne participe quasiment pas à l'écoulement. Le lit mineur en revanche est large dans cette section et il est possible que de la végétation soit présente en rive gauche.

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 15 à 20 en lit mineur, et pris égaux à 10 en lit majeur.

En hypothèse basse, avec K=15 en lit mineur et une pente de 0,003, on obtient un débit de 530 m³/s.

En hypothèse haute, avec K=20 en lit mineur, et une pente de 0,006, on obtient un débit de 1000 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à K=18 et une pente de 0,005, soit 825 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

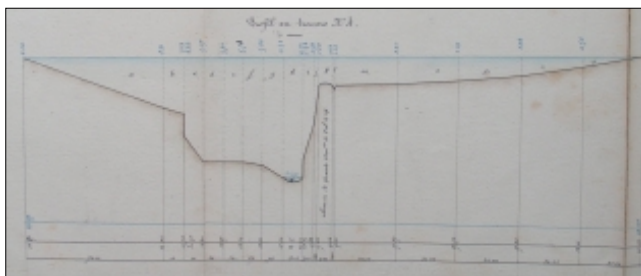
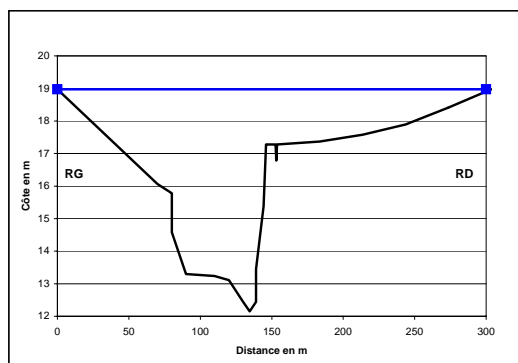
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	308	36	<b>530 m³/s</b>	<b>8,36</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	308	36	<b>1000 m³/s</b>	<b>15,77</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	308	36	<b>825 m³/s</b>	<b>13,01</b>

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°9

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - en amont du barrage</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>179 km²</b>

Références documentaires utilisées: 262

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	18,97
2	0	70	16,06
3	0	80	15,78
4	0	80	14,58
5	0	90	13,3
6	0	100	13,27
7	0	110	13,24
8	0	120	13,11
9	0	130	12,44
10	0	134,5	12,15
11	0	139	12,44
12	0	139	13,45
13	0	144,2	15,38
14	0	146	17,28
15	0	152,6	17,28
16	0	153,1	16,78
17	0	153,6	17,28
18	0	183,6	17,37
19	0	213,6	17,58
20	0	243,6	17,89
21	0	273,6	18,41
22	0	303,6	18,97

Commentaires:

Profil n°4 figurant sur des plans de la référence 262.

## Levé des cotes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	18,97
0	300	18,97

Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 262 sur lesquels figure la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,0027

E (m)	N (m)	Z fil d'eau	I
0	0	20,64	
625	0	18,97	0,002672

Commentaires:

Pente du fil d'eau donnée par les plans de la référence 262 sur lesquels figure la section.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 18,97

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 132,35

surface mouillée en lit mineur, en m²: 372,71

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 177,34

Surface mouillée totale, en m²: 682,41

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 0,00

Rh = 1,56

V (m/s) = 0,00

Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur :

K = 18,00

Rh = 6,32

V (m/s) = 3,20

Q (m³/s) = 1191,27

En lit majeur rive droite:

K = 0,00

Rh = 1,11

V (m/s) = 0,00

Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 1191,27

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,48

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Le profil est donné par les plans de la référence 262. Il est situé 625 m à l'aval du profil n°1 donné par les mêmes plans, et utilisé pour l'estimation de débit n°8.

Il se situe également probablement quelques centaines de mètres à l'amont de la section 4, tirée de la référence 259, et utilisée pour l'estimation de débit n°10.

Curieusement, dans ce profil la section est beaucoup plus importante (plus de 600 m²) que celles données au niveau du profil n°1, et la pente fil d'eau (donnée par les plans) à peu près identique.

Le pente et la section ont été considérées comme fiables, même si la pente est une pente moyenne relevée sur une distance de 625 m en amont du profil.

L'hypothèse d'un régime uniforme a été admise dans cette section, et le débit estimé en appliquant la formule de Manning Strickler.

La plus forte incertitude réside dans les coefficients de Strickler, ainsi que dans la distinction lit mineur/lit majeur pour ces coefficients.

Les limites du lit mineur ont été fixées au niveau des pentes les plus abruptes du profil.

L'apport du lit majeur a été négligé (le rapport joint aux plans indique que dans certaines parties de la section, 'il n'y a pas de courant' et évalue la section d'écoulement aux alentours de 300 m²)

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 15 à 20 en lit mineur

En hypothèse basse, avec V=0 en lit majeur et K=15 en lit mineur, on obtient un débit de 990 m³/s.

En hypothèse haute, avec V=0 en lit majeur et K=20 en lit mineur, on obtient un débit de 1320 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à V=0 en lit majeur et K=18 en lit mineur, soit 1190 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

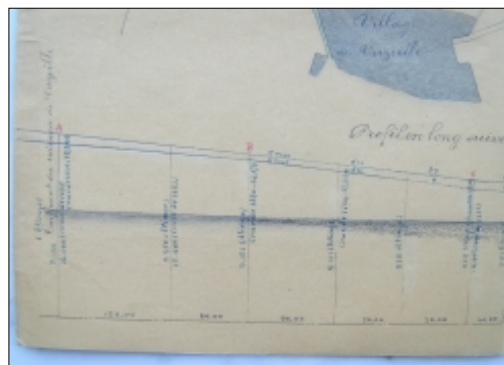
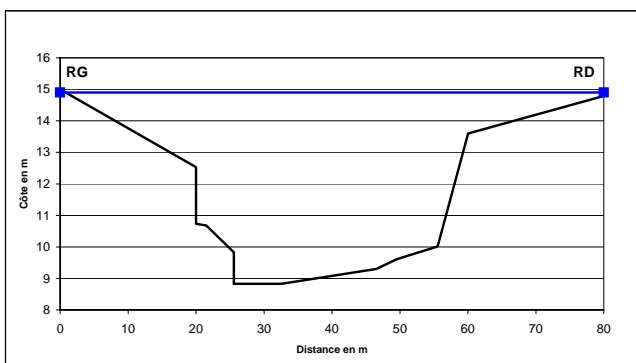
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	373	310	990 m³/s	15,61
Hypothèse haute:	373	310	1320 m³/s	20,81
Hypothèse intermédiaire:	373	310	1190 m³/s	18,76

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°10

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - en amont du barrage</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	15
2	0	20	12,53
3	0	20	10,73
4	0	21,5	10,68
5	0	25,55	9,83
6	0	25,55	8,83
7	0	32,55	8,83
8	0	46,55	9,3
9	0	49,55	9,61
10	0	55,55	10,01
11	0	60,05	13,6
12	0	80,05	14,79

Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 259 (section n°4)

## Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	14,9
0	80	14,9

Commentaires:

Seule la côte de la crue de 1820 est donnée par les plans dans la section que nous considérons ici. En revanche, les côtes de 1891 sont données dans deux autres sections situées à l'aval et à l'amont. Dans ces sections la différence entre les niveaux de 1891 et 1820 (+70 cm) est identique, et a été conservée dans la section considérée ici.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,01

E (m)	N (m)	Z (m)	I
0	0	15,06	
310	0	12,601	0,007932258

Commentaires:

La pente moyenne de la ligne d'eau est également donnée par les plans de la référence 259.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 14,9

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 48,80  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 171,06  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 28,03

Surface mouillée totale, en m²: 247,89

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 1,48  
 V (m/s) = 1,30  
 Q (m³/s) = 63,35

En lit mineur:

K = 18,00  
 Rh = 4,17  
 V (m/s) = 4,66  
 Q (m³/s) = 797,95

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,90  
 V (m/s) = 0,94  
 Q (m³/s) = 26,21

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 887,51

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,61

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Le profil est donné par les plans de la référence 259. De plans datant de 1860 donnent les sections et les côtes PHE de 1820, et d'autres plans datés de 1892 donnent les côtes de la crue de 1891 dans le même secteur. Ces plans sont très détaillés et donnent même la pente de la ligne d'eau pour les deux crues (1820 et 1891).

La section 4 considérée ici se situe à l'amont immédiat de l'influence du remous du barrage de Verzeille.

La côte de 1891 n'a pas été relevée au niveau de cette section. Les relevés effectués se situent à 80 m à l'amont puis 230 m à l'aval et indiquent une différence de 70 cm entre les crues de 1891 et 1820.

Nous avons choisi de conserver une différence de côte de 70 cm entre les deux crues dans la section considérée.

L'hypothèse d'un régime uniforme peut être effectuée dans cette section et le débit a donc été calculé en appliquant la formule de Manning Strickler.

Il est très peu plausible que le régime critique ait été atteint.

La pente moyenne du fil d'eau, donnée par les plans de 1891, est de 0,008. Nous avons préféré retenir au niveau de la section considérée une pente identique à celle mesurée en 1820, soit 0,01

La plus forte incertitude réside dans les coefficients de Strickler, ainsi que dans la distinction lit mineur/lit majeur pour ces coefficients.

Les limites du lit mineur ont été fixées au niveau des pentes les plus abruptes du profil.

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 5 à 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec K=5 en lit majeur et K=15 en lit mineur, on obtient un débit de 710 m³/s.

En hypothèse haute, avec K=15 en lit majeur et K=20 en lit mineur, on obtient un débit de 1020 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à K=10 et 18, soit 890 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

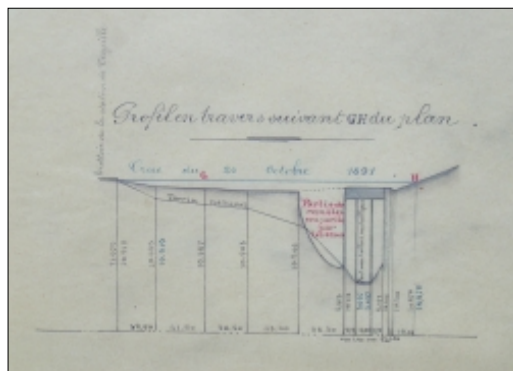
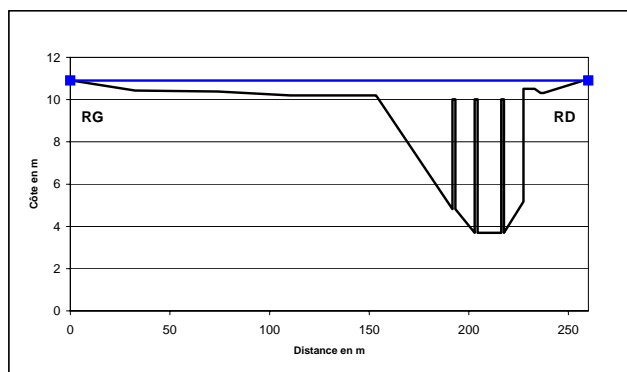
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	171	77	710 m³/s	11,05
Hypothèse haute:	171	77	1020 m³/s	15,87
Hypothèse intermédiaire:	171	77	890 m³/s	13,85

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°11

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - pont de l'avenue de la gare SNCF</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z lit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	10,919	
2	0	32,5	10,435	
3	0	74	10,387	
4	0	110,5	10,203	
5	0	153,5	10,203	
6	0	191,8	4,812	
7	0	191,8	10,015	10,015
8	0	193,2	10,015	10,015
9	0	193,2	4,812	10,015
10	0	202,95	3,697	10,015
11	0	202,95	10,015	10,015
12	0	204,35	10,015	10,015
13	0	204,35	3,697	10,015
14	0	216,25	3,697	10,015
15	0	216,25	10,015	10,015
16	0	217,65	10,015	10,015
17	0	217,65	3,697	10,015
18	0	227,4	5,177	10,015
19	0	227,4	10,515	10,015
20	0	233	10,515	10,015
21	0	236	10,31	
22	0	237,5	10,31	
23	0	256,5	10,87	

Commentaires:

Profil figurant sur les plans de la référence 259.

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 10,90

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	10,9
0	260	10,9

Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 259, sur lesquels figure la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente de ligne d'eau à l'étiage, donnée par les plans, paraît très faible (0,003)

Pour l'application de Manning Strickler la pente retenue a arbitrairement été choisie sensiblement plus élevée.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 10,9

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 79,90  
 surf. mouil. en lit mineur, remblai emporté, en m²: 129,93  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m²: 56,16  
 surf. mouil. en lit mineur, travée du milieu, en m²: 75,18  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m²: 54,39  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 7,66  
 surf. mouil. en lit mineur, au dessus du tablier, en m²: 15,86  
**Surface mouillée totale, en m²: 419,09**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 0,53  
 V (m/s) = 0,46  
 Q (m³/s) = 37,13

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 15,00  
 Rh = 2,67  
 V (m/s) = 2,04  
 Q (m³/s) = 114,78

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu:

K = 20,00  
 Rh = 3,01  
 V (m/s) = 2,95  
 Q (m³/s) = 221,53

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 15,00  
 Rh = 3,58  
 V (m/s) = 2,48  
 Q (m³/s) = 135,00

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,33  
 V (m/s) = 0,34  
 Q (m³/s) = 2,60

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 511,04

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,99

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée ici, issue de la référence 259, présente l'avantage d'inclure la totalité du lit majeur, ainsi que la partie du remblai de l'ouvrage emportée par la crue.

Le calcul de section est donc relativement fiable, la difficulté vient de l'estimation des vitesses. En effet il est difficile de savoir dans quelle mesure la section (importante) correspondant au remblai emporté en rive gauche participe à l'écoulement. Le rôle joué par cette partie de la section a été négligé (vitesse choisie nulle dans cette partie)

La formule de Manning strickler ne s'applique pas à la section sous l'ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas respectée.

En lit majeur la formule n'est pas non plus applicable, le remblai de la route située en rive gauche, barrant la section et agissant comme un seuil.

Le remblai et l'ouvrage ont été submergés sous 40 à 70 cm d'eau. Les vitesses ont été considérées comme comprises entre 1,5 et 2,5 m/s (soit la vitesse critique) dans cette partie de la section (102 m²)

Les travées de l'ouvrage (section 185 m²) sont en charge sous plus de 1 m d'eau, les vitesses y sont probablement élevées, nous les avons considérées comprises entre 2,5 et 4,5 m/s

Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 615 m³/s (vitesses de 1,5 et 2,5 m/s), et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 1090 m³/s (vitesses de 2,5 et 4,5 m/s)

Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 850 m³/s (vitesses de 2 et 3,5 m/s)

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

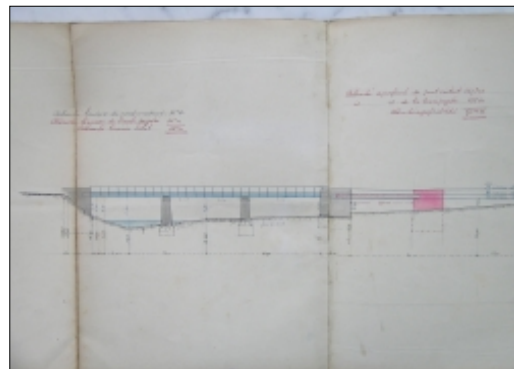
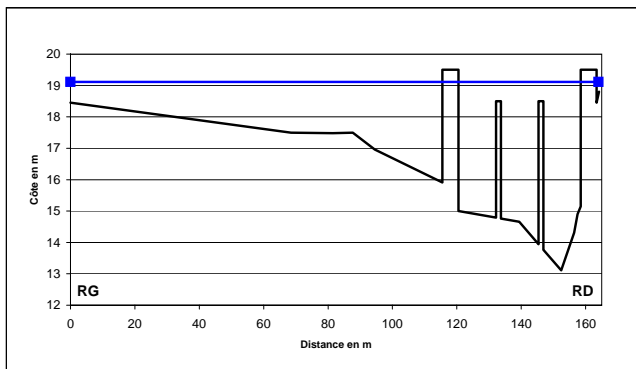
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	332	87	615 m³/s	9,57
Hypothèse haute:	332	87	1090 m³/s	16,96
Hypothèse intermédiaire:	332	87	850 m³/s	13,22

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°12

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Leuc - pont du chemin vicinal ordinaire n°2</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>188 km²</b>

Références documentaires utilisées: 270

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit(m)	Z (tablier en m)
1	0	0	18,45	
2	0	68,5	17,5	
3	0	81,5	17,48	
4	0	87,7	17,5	
5	0	94,5	16,96	
6	0	115,5	15,91	
7	0	115,5	19,5	18,5
8	0	120,5	19,5	18,5
9	0	120,5	15	18,5
10	0	132,2	14,79	18,5
11	0	132,2	18,5	18,5
12	0	133,7	18,5	18,5
13	0	133,7	14,76	18,5
14	0	139,4	14,66	18,5
15	0	145,4	13,94	18,5
16	0	145,4	18,5	18,5
17	0	146,9	18,5	18,5
18	0	146,9	13,77	18,5
19	0	152,4	13,11	18,5
20	0	156,4	14,31	18,5
21	0	157,5	14,9	18,5
22	0	158,5	15,15	18,5
23	0	158,5	19,5	18,5
24	0	163,4	19,5	18,5
25	0	163,4	18,45	
26	0	164,2	18,8	

Commentaires:  
Profil figurant sur des plans de la référence 270 (plans datés de 1893). Une partie de la section est manquante.

## Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	19,11
0	0	164	19,11

Commentaires:  
Côte donnée par les plans de la référence 270, sur lesquels figure la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:  
La pente locale n'est pas connue (ne figure pas sur les plans).  
Actuellement la pente moyenne dans la zone est faible.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 19,11

surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 177,81  
surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m²: 42,18  
surf. mouil. en lit mineur, travée du milieu, en m²: 46,78  
surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m²: 54,76  
surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,39  
surf. mouillée en lit mineur, au dessus du tablier: 0,00  
**Surface mouillée totale, en m²: 321,92**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 1,51  
V (m/s) = 0,93  
Q (m³/s) = 165,26

En lit mineur, travée de gauche:

K = 20,00  
Rh = 2,28  
V (m/s) = 2,45  
Q (m³/s) = 103,34

En lit mineur, travée du milieu:

K = 20,00  
Rh = 2,40  
V (m/s) = 2,53  
Q (m³/s) = 118,56

En lit mineur, travée de droite:

K = 20,00  
Rh = 2,74  
V (m/s) = 2,77  
Q (m³/s) = 151,57

En lit majeur, rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,02  
V (m/s) = 0,05  
Q (m³/s) = 0,02

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 538,75

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,59

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section utilisée ici, issue de la référence 270, présente l'avantage d'inclure la quasi-totalité du lit majeur. Le calcul de section mouillée est donc relativement fiable.  
La difficulté vient de l'estimation des vitesses. La formule de Manning Strickler ne s'applique pas à la partie de la section sous l'ouvrage, ou le régime n'est probablement pas uniforme.  
En lit majeur en revanche (une fois le remblai d'accès à la culée emporté) la formule paraît applicable. La pente locale n'est pas connue, nous l'avons considérée assez faible, proche de 0,005.  
La vitesse critique est très élevée. Il est possible que le régime critique ait été atteint, l'ouvrage étant en charge. Mais la cote donnée correspond à l'amont de l'ouvrage où la vitesse doit être inférieure. Les vitesses en lit mineur ont finalement été évaluées entre 2,5 et 4,5 m/s.  
Le débit passé au dessus du tablier est probablement négligeable (cf cote ligne d'eau après renversement des remblais du pont SNCF).  
En lit majeur, en utilisant la formule de Manning Strickler, on peut considérer que les vitesses sont comprises entre 0,5 (K=5), et 1,5 m/s (K=15)  
Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 450 m³/s (vitesses de 2,5 et 0,5 m/s), et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 915 m³/s (vitesses de 4,5 et 1,5 m/s)  
Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 680 m³/s (vitesses de 3,5, et 1 m/s)

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

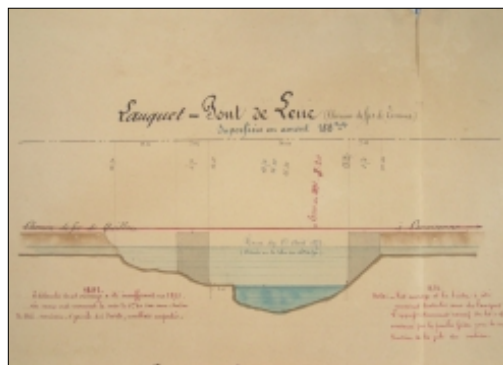
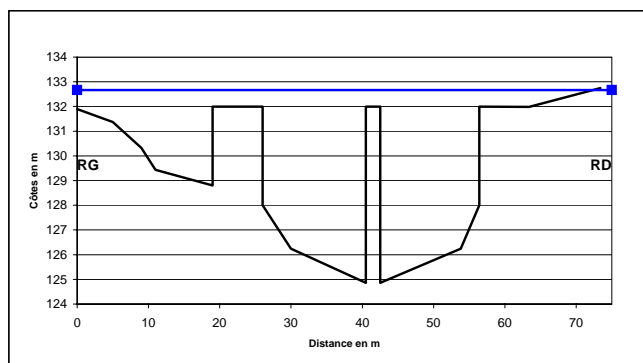
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	144	178	450 m³/s	6,82
Hypothèse haute:	144	178	915 m³/s	13,87
Hypothèse intermédiaire:	144	178	680 m³/s	10,31

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°13

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Leuc - pont du chemin de fer</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>193 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: 222, 257, 261

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	131,9	131,99
2	0	5	131,37	131,99
3	0	9	130,32	131,99
4	0	11	129,43	131,99
5	0	19	128,8	131,99
6	0	19	131,99	131,99
7	0	26	131,99	131,99
8	0	26	128,73	131,99
9	0	26	128	131,99
10	0	30	126,24	131,99
11	0	40,5	124,86	131,99
12	0	40,5	131,99	131,99
13	0	42,5	131,99	131,99
14	0	42,5	124,86	131,99
15	0	53,8	126,24	131,99
16	0	56,4	128	131,99
17	0	56,4	131,99	131,99
18	0	63,4	131,98	131,99
19	0	73,4	132,75	131,99

Commentaires:

La section est celle figurant sur les plans de la référence 257, et a été modifiée en tenant compte des références 222 et 261.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 132,67

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	132,67
0	75	132,67

Commentaires:

La cote est déduite de celle de 1872 (+1,80m) qui figure sur les plans de la référence 257.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente de la ligne d'eau ne figure pas sur les plans, et la pente du fond du lit n'a pas été vérifiée sur site. La pente choisie ici l'a été arbitrairement, à une valeur proche de la pente moyenne dans le secteur.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 132,67

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 33,59  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m<sup>2</sup>: 87,10  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m<sup>2</sup>: 85,43  
 surface mouillée en lit majeur, rive droite en m<sup>2</sup>: 0,00

surf. mouil. en lit mineur au dessus du tablier, en m<sup>2</sup>: 27,89Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 234,01

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, rive gauche:

K = 15,00  
 Rh = 1,51  
 V (m/s) = 1,40  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 46,89

En lit mineur, travée de gauche:

K = 20,00  
 Rh = 3,11  
 V (m/s) = 3,01  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 262,49

En lit mineur, travée de droite:

K = 20,00  
 Rh = 3,05  
 V (m/s) = 2,98  
 Q (m<sup>3</sup>/s) = 254,17

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 563,55  
 (hors section située au dessus du tablier)

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,09

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Les plans de la référence 257 (les plus complets au niveau des côtes) ont été modifiés ici pour prendre en compte les éléments donnés par les références 222 et 261.

En effet ces deux références confirment un lit plus profond (peut être creusé par les crues successives), le fond étant à 7m14 sous le tablier. De plus la référence 261 indique que la partie en lit mineur est constituée de deux travées de 15 mètres, et non pas une travée de 32 mètres comme semblaient l'indiquer les plans de la référence 257.

Les rails ont été recouverts de 0,07m (réf 261) à 0,40 m (réf 222) d'eau, sur une étendue dépassant très largement la section calculée ici, emportant au passage les remblais de la voie ferrée qui ont fait office de 'barrage'. Le calcul de la section supplémentaire au dessus de l'ouvrage est donc très incertain, probablement sous estimé.

La formule de Manning strickler ne s'applique pas à cette section sous ouvrage où l'hypothèse de régime uniforme n'est pas respectée. Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif.

Le régime critique a probablement été atteint sous l'ouvrage, mais la cote indiquée correspondant probablement à l'amont de l'ouvrage, dans cette section la vitesse est probablement restée inférieure à la vitesse critique calculée, qui est énorme (8 m/s). Etant donné la hauteur de submersion sur l'ouvrage nous avons considéré une vitesse moyenne comprise entre 3 et 5 m/s.

Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 735 m<sup>3</sup>/s, et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 1225 m<sup>3</sup>/s  
 Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 980 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup> :		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	235		735 m <sup>3</sup> /s	10,91
Hypothèse haute:	235		1225 m <sup>3</sup> /s	18,18
Hypothèse intermédiaire:	235		980 m <sup>3</sup> /s	14,55

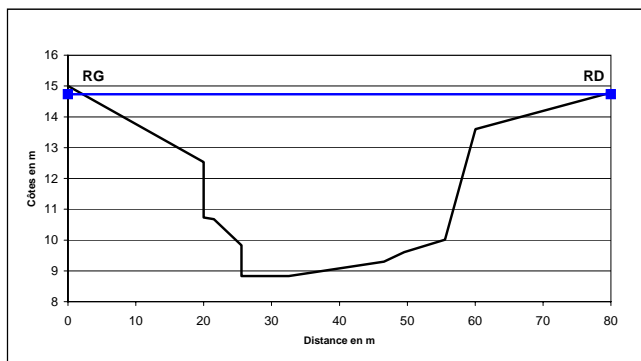


## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°14

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - en amont du barrage</b>
Date de la crue: <b>1892</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 146, 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	15
2	0	20	12,53
3	0	20	10,73
4	0	21,5	10,68
5	0	25,55	9,83
6	0	25,55	8,83
7	0	32,55	8,83
8	0	46,55	9,3
9	0	49,55	9,61
10	0	55,55	10,01
11	0	60,05	13,6
12	0	80,05	14,79

Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 259 (section n°4), déjà utilisé pour l'estimation n°10 (1891).

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 14,73

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	14,73
0	80	14,73

Commentaires:

Côte très incertaine: indiquée par la référence 146, elle est de 5m90 'à Verzeille', sans préciser le lieu précis.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,008

E (m)	N (m)	Z fil d'eau	I
0	0	15,06	
310	0	12,601	0,008

Commentaires:

Pente de la ligne d'eau donnée par les plans de 1891 (référence 259): 0,008 en 1891 et 0,01 en 1820.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 14,73

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 46,16  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 165,96  
 surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 24,46

Surface mouillée totale, en m²: 236,58

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
 Rh = 1,40  
 V (m/s) = 1,12  
 Q (m³/s) = 51,64

En lit mineur:

K = 18,00  
 Rh = 4,05  
 V (m/s) = 4,09  
 Q (m³/s) = 678,60

En lit majeur, rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,79  
 V (m/s) = 0,76  
 Q (m³/s) = 18,68

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 748,92

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 7,61

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section 4 considérée ici se situe à l'amont immédiat de l'influence du remous du barrage de Verzeille. Le profil est donné par des plans de la référence 259 (déjà utilisé pour l'estimation n°10).

La cote de la crue en revanche est très incertaine: indiquée par la référence 146, elle est de 5m90 'à Verzeille', sans préciser le lieu précis.

Une fourchette de cotes a donc été considérée: de +5,50 m à +6,07 m, cote de la crue de 1891

La pente moyenne du fil d'eau, donnée par les plans de 1891, est de 0,008 en 1891 et 0,01 en 1820. La pente de 0,008 retenue peut être considérée comme relativement fiable.

Dans cette section il est très peu probable que le régime critique ait été atteint.

En revanche l'hypothèse d'un régime uniforme peut être retenue, et la formule de Manning Strickler appliquée pour estimer le débit.

Un facteur d'incertitude supplémentaire réside dans les coefficients de Strickler, ainsi que dans la distinction lit mineur/lit majeur pour ces coefficients.

Les limites du lit mineur ont été fixées au niveau des pentes les plus abruptes du profil.

Les coefficients K ont été choisis dans une fourchette de 5 à 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec K=5 en lit majeur et K=15 en lit mineur et une cote de crue de +5,50 m, on obtient un débit de 525 m³/s.

En hypothèse haute, avec K=15 en lit majeur et K=20 en lit mineur, et une cote de +6,07 m, on obtient un débit de 915 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à K=10 et 18, et à une cote de +5,90 m, soit 750 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	154	59	525 m³/s	8,17
Hypothèse haute:	171	77	915 m³/s	14,24
Hypothèse intermédiaire:	166	71	750 m³/s	11,67

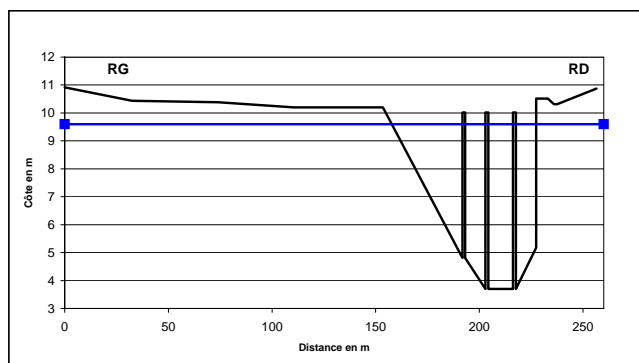


## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°15

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - pont de l'avenue de la gare SNCF</b>
Date de la crue: <b>1892</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 146, 259

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	10,919	
2	0	32,5	10,435	
3	0	74	10,387	
4	0	110,5	10,203	
5	0	153,5	10,203	
6	0	191,8	4,812	
7	0	191,8	10,015	10,015
8	0	193,2	10,015	10,015
9	0	193,2	4,812	10,015
10	0	202,95	3,697	10,015
11	0	202,95	10,015	10,015
12	0	204,35	10,015	10,015
13	0	204,35	3,697	10,015
14	0	216,25	3,697	10,015
15	0	216,25	10,015	10,015
16	0	217,65	10,015	10,015
17	0	217,65	3,697	10,015
18	0	227,4	5,177	10,015
19	0	227,4	10,515	10,015
20	0	233	10,515	10,015
21	0	236	10,31	
22	0	237,5	10,31	
23	0	256,5	10,87	

Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 259, déjà utilisé pour l'estimation de débit n°11 (1891)

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 9,597

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	9,597
0	260	9,597

Commentaires:

La cote est incertaine: indiquée par la réf. 146, elle est de 5m90 'à Verzeille', sans préciser le lieu exact

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente de ligne d'eau à l'étiage, donnée par les plans, paraît très faible

Pour l'application de Manning Strickler la pente retenue a arbitrairement été choisie sensiblement plus élevée.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 9,597

surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 0,00  
 surf. mouil. en lit mineur, remblai emporté, en m²: 91,63  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m²: 52,09  
 surf. mouil. en lit mineur, travée du milieu, en m²: 70,21  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m²: 50,31  
 surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 264,24

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur rive gauche, remblai emporté:

K = 15,00  
 Rh = 1,95  
 V (m/s) = 1,66  
 Q (m³/s) = 151,68

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 15,00  
 Rh = 2,48  
 V (m/s) = 1,94  
 Q (m³/s) = 101,24

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu:

K = 20,00  
 Rh = 2,81  
 V (m/s) = 2,82  
 Q (m³/s) = 197,65

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 15,00  
 Rh = 3,34  
 V (m/s) = 2,37  
 Q (m³/s) = 119,31

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 569,88

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,61

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée ici, issue de la référence 259, présente l'avantage d'inclure la totalité du lit majeur, ainsi que la partie du remblai de l'ouvrage emportée par la crue de 1891 (partie réparée puis à nouveau emportée en 1892). La cote de la crue en revanche est incertaine: indiquée par la référence 146, elle est de 5m90 'à Verzeille', sans préciser le lieu précis.

De plus, les rapports indiquent bien que le remblai de la route d'accès en rive aguche a de nouveau été emporté, mais on ignore s'il l'a été dans les mêmes proportions qu'en 1891.

L'estimation réalisée repose donc sur des hypothèses très incertaines.

La formule de Manning strickler ne s'applique pas à la partie de la section sous l'ouvrage, où le régime n'est probablement pas uniforme. Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif.

La vitesse critique dépasse les 7 m/s. Si le régime critique a été atteint, il l'a probablement été sous le pont, à une cote et une vitesse inférieures.

Les travées de l'ouvrage étant quasiment en charge, les vitesses dans la section sont toutefois probablement élevées, nous les avons estimées comprises entre 2,5 et 4,5 m/s

Enfin, dans la zone où le remblai a été emporté, les vitesses ont été négligées, comme dans le cas de la crue de 1891.

Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 435 m³/s (vitesses de 2,5 m/s), et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 780 m³/s (vitesse de 4,5 m/s)

Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 605 m³/s (vitesse 3,5 m/s)

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

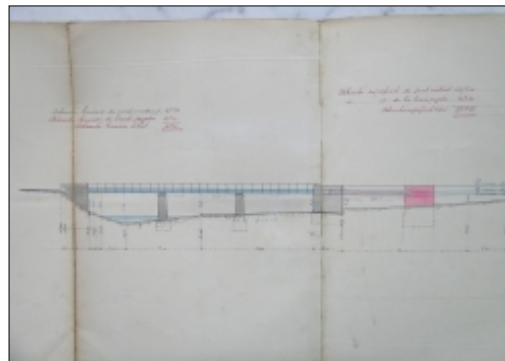
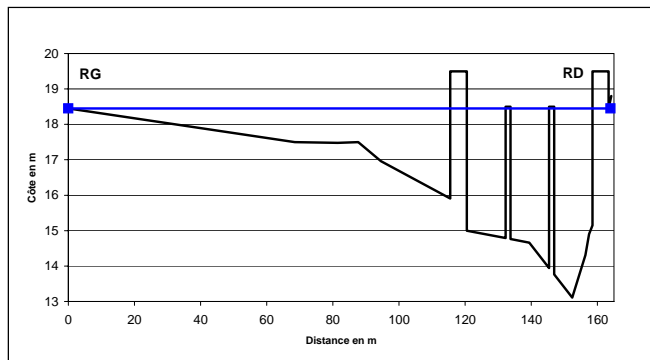
	Surface mouillée, en m²: En lit mineur:      En lit majeur:	Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	264	435 m³/s	6,77
Hypothèse haute:	264	780 m³/s	12,13
Hypothèse intermédiaire:	264	605 m³/s	9,41

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°16

Cours d'eau: **Le Lauquet** Localisation de la section: **Leuc - pont du chemin vicinal ordinaire n°2**  
 Date de la crue: **1892** Surface drainée: **188 km²**

Références documentaires utilisées: 270

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	18,45	
2	0	68,5	17,5	
3	0	81,5	17,48	
4	0	87,7	17,5	
5	0	94,5	16,96	
6	0	115,5	15,91	
7	0	115,5	19,5	18,5
8	0	120,5	19,5	18,5
9	0	120,5	15	18,5
10	0	132,2	14,79	18,5
11	0	132,2	18,5	18,5
12	0	133,7	18,5	18,5
13	0	133,7	14,76	18,5
14	0	139,4	14,66	18,5
15	0	145,4	13,94	18,5
16	0	145,4	18,5	18,5
17	0	146,9	18,5	18,5
18	0	146,9	13,77	18,5
19	0	152,4	13,11	18,5
20	0	156,4	14,31	18,5
21	0	157,5	14,9	18,5
22	0	158,5	15,15	18,5
23	0	158,5	19,5	18,5
24	0	163,4	19,5	18,5
25	0	163,4	18,45	
26	0	164,2	18,8	

## Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 270 (plans datés de 1893), également utilisés pour l'estimation de débit n°12 (1891).

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 18,45

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	18,45
0	164	18,45

## Commentaires:

Côte donnée par les plans de la référence 270, sur lesquels figure la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

## Commentaires:

La pente locale de l'époque n'est pas connue (ne figure pas sur les plans utilisés)  
 La pente actuelle moyenne dans la zone peut être considérée voisine de 0,005.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 18,45

surface mouillée en lit majeur rive gauche, en m²: 101,58  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m²: 41,60  
 surf. mouil. en lit mineur, travée du milieu, en m²: 46,20  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m²: 54,18  
 surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 243,55

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00

Rh = 0,86

V (m/s) = 0,64

Q (m³/s) = 65,00

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 20,00

Rh = 2,25

V (m/s) = 2,43

Q (m³/s) = 100,96

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu:

K = 20,00

Rh = 2,37

V (m/s) = 2,51

Q (m³/s) = 116,10

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 20,00

Rh = 2,71

V (m/s) = 2,75

Q (m³/s) = 148,90

En lit majeur rive droite:

K = 10,00

Rh = 0,00

V (m/s) = 0,00

Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 430,97

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,61

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée ici, issue de la référence 270, présente l'avantage d'inclure la totalité du lit majeur. Le calcul de section est donc relativement fiable, la difficulté vient de l'estimation des vitesses. La formule de Manning Strickler ne s'applique pas à la partie de la section sous l'ouvrage, où le régime n'est probablement pas uniforme. Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. En lit majeur en revanche (une fois le remblai d'accès à la culée emporté) la formule paraît applicable. La pente locale n'est pas connue, nous l'avons considérée assez faible, proche de 0,005. L'ouvrage a été très proche de la mise en charge (à 5 cm près). Il est possible que le régime critique ait été atteint.

Toutefois la cote donnée correspond probablement à l'amont de l'ouvrage où les vitesses doivent être sensiblement inférieures à la vitesse critique calculée (plus de 6m/s).

En lit mineur nous avons finalement considéré une fourchette de vitesses de 2,5 à 4,5 m/s.

En lit majeur, en utilisant la formule de Manning Strickler, on peut considérer que les vitesses comprises entre 0,3 (K=5), et 1 m/s (K=15)

Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 385 m³/s (vitesses de 2,5 et 0,3 m/s), et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 740 m³/s (vitesses de 4,5 et 1 m/s)

Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 570 m³/s (vitesses de 3,5 et 0,7 m/s)

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

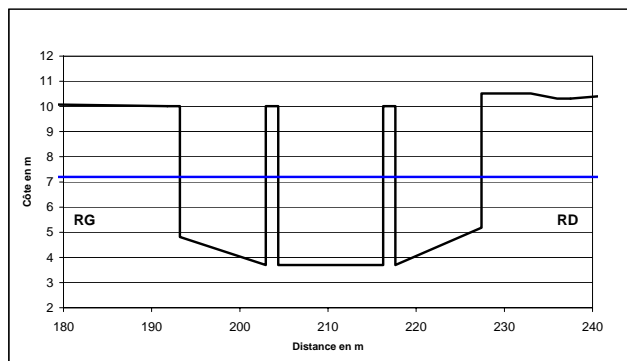
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	142	102	385 m³/s	5,84
Hypothèse haute:	142	102	740 m³/s	11,22
Hypothèse intermédiaire:	142	102	570 m³/s	8,64

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°17

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Verzeille - pont de l'avenue de la Gare SNCF</b>
Date de la crue: <b>1898</b>	Surface drainée: <b>182 km²</b>

Références documentaires utilisées: 259, 37

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	10,919	
2	0	32,5	10,435	
3	0	74	10,387	
4	0	110,5	10,203	
5	0	153,5	10,203	
6	0	191,8	10,015	10,015
7	0	193,2	10,015	10,015
8	0	193,2	4,812	10,015
9	0	202,95	3,697	10,015
10	0	202,95	10,015	10,015
11	0	204,35	10,015	10,015
12	0	204,35	3,697	10,015
13	0	216,25	3,697	10,015
14	0	216,25	10,015	10,015
15	0	217,65	10,015	10,015
16	0	217,65	3,697	10,015
17	0	227,4	5,177	10,015
18	0	227,4	10,515	10,015
19	0	233	10,515	10,015
20	0	236	10,31	
21	0	237,5	10,31	
22	0	256,5	10,87	

Commentaires:

Profil figurant sur des plans de la référence 259.

## Levé des cotes de la crue Cote retenue, en m: 7,197

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	7,197
0	260	7,197

Commentaires:

Hauteur d'eau de 3,50 m "au dessus de l'étiage", donnée par la référence 37.

La cote exacte de la crue dans cette section reste donc incertaine.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,008

Commentaires:

La pente de ligne d'eau à l'étiage, donnée par les plans, paraît très faible.

Pour l'application de Manning Strickler la pente retenue a arbitrairement été choisie sensiblement plus élevée.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 7,197

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de gauche, en m²: 28,69  
 surf. mouil. en lit mineur, travée du milieu, en m²: 41,65  
 surf. mouil. en lit mineur, travée de droite, en m²: 26,91  
 surface mouillée en lit majeur rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 97,25

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 15,00  
 Rh = 1,98  
 V (m/s) = 2,11  
 Q (m³/s) = 60,66

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu:

K = 20,00  
 Rh = 2,19  
 V (m/s) = 3,02  
 Q (m³/s) = 125,73

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 15,00  
 Rh = 2,87  
 V (m/s) = 2,71  
 Q (m³/s) = 72,95

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 259,34

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,86

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section utilisée ici est issue de la référence 259, la cote pour sa part étant donnée par la référence 37.

Cette cote est indiquée à 3,50 m au dessus de l'étiage, sans préciser si cette cote est prise à l'amont ou à l'aval de l'ouvrage.

Il n'est pas non plus précisé si cette cote correspond bien au maximum. Le tableau indique que la cote a été relevée à 06h00, et il s'agit probablement de la seule lecture.

Une autre cote, moins facilement exploitable a été relevée à minuit à Saint Hilaire: 3,00 m.

La formule de Manning strickler n'est pas applicable à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant probablement pas respectée.

La vitesse critique approche les 6 m/s mais il nous semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

Nous avons considéré que les vitesses étaient comprises entre 2 et 3 m/s dans les travées latérales, et entre 2 et 4 m/s dans la travée du milieu.

Ceci donne en hypothèse basse un débit de l'ordre de 200 m³/s (vitesses de 2 m/s), et en hypothèse haute un débit de l'ordre de 330 m³/s (vitesses de 3, et 4 m/s)

Le débit probable est intermédiaire avec une valeur de 285 m³/s (vitesses de 2,5, et 3,5 m/s)

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	97		200 m³/s	3,11
Hypothèse haute:	97		330 m³/s	5,13
Hypothèse intermédiaire:	97		285 m³/s	4,43

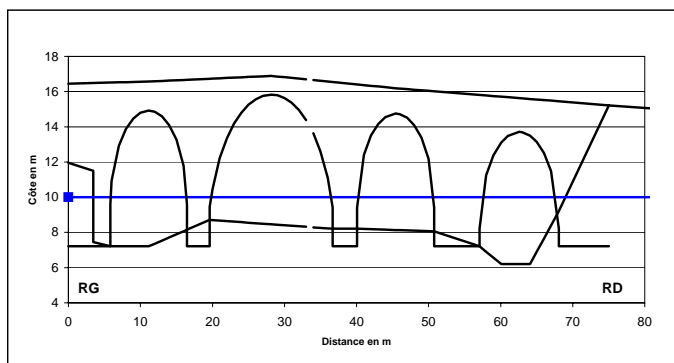
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°18

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1898, 1907, 1908**

Localisation de la section: **Saint Hilaire - Pont RD104**  
Surface drainée: **169 km²**

Références documentaires utilisées: 37, 38, 146, 149, 275

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Zinf (tablier) en m	Zsup (tablier) en m
21	0	20	8,70	10,48	16,74
22	0	21	8,67	12,22	16,76
23	0	22	8,64	13,36	16,77
24	0	23	8,61	14,18	16,79
25	0	24	8,58	14,80	16,81
26	0	25	8,55	15,25	16,83
27	0	26	8,52	15,57	16,85
28	0	27	8,49	15,76	16,87
29	0	28,15	8,46	15,83	16,89
30	0	29	8,44	15,79	16,86
31	0	30	8,41	15,64	16,82
32	0	31	8,38	15,36	16,77
33	0	32	8,35	14,95	16,73
34	0	33	8,32	14,39	16,69
35	0	34	8,29	13,63	16,65
36	0	35	8,26	12,60	16,61
37	0	36	8,23	11,10	16,57
38	0	36,68	8,21	9,42	16,54
39	0	36,68	8,21	7,21	16,54
40	0	40,08	8,21	7,21	16,41

Commentaires:

Profil déduit des plans de la référence 275 (datant de 1915).

Seules les côtes d'une partie des points du profil sont données ici (20 points sur 73 au total).

Cf. fiches d'estimations n°7,19, et 21 pour les autres points du profil.

## Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	10
0	0	170	10

Commentaires:

La côte est déduite de la référence 146. Il s'agit de télégrammes transmis à la préfecture par la mairie de St Hilaire.

Les hauteurs indiquées ont probablement été lues à l'échelle, mais il n'est pas certain qu'elles correspondent

au pic de crue. La position de l'échelle sur la section a été vérifiée par un levé de terrain.

(l'échelle encore présente sur le site paraît ancienne, il est plausible qu'elle n'ait pas été modifiée).

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005  
Commentaires:  
La pente n'a pas été vérifiée. La valeur retenue est la valeur communément rencontrée dans ce secteur.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 10

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
surf. mouil. en lit mineur, travée rive gauche, en m²: 27,06  
surf. mouil. en lit mineur travée milieu gauche, en m²: 25,97  
surf. mouil. en lit mineur, travée milieu droite, en m²: 19,45  
surface mouil. en lit mineur, travée rive droite, en m²: 32,94  
surface mouil. en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

**Surface mouillée totale, en m²: 105,41**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

$K = 20,00$   
 $R_h = 1,69$   
 $V (m/s) = 2,01$   
 $Q (m³/s) = 54,31$

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu gauche:

$K = 20,00$   
 $R_h = 1,24$   
 $V (m/s) = 1,63$   
 $Q (m³/s) = 42,32$

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu droite:

$K = 20,00$   
 $R_h = 1,34$   
 $V (m/s) = 1,72$   
 $Q (m³/s) = 33,44$

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

$K = 20,00$   
 $R_h = 1,83$   
 $V (m/s) = 2,12$   
 $Q (m³/s) = 69,70$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 199,77

**Calcul de la vitesse critique:**  $V(m/s) = 5,4$

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Les côtes sont incertaines. Elles ne correspondent peut être pas aux pics. Elles ont très probablement été lues à l'échelle, qui est ancienne et ne semble pas avoir subi de modifications.

Le levé du lit utilisé, déduit des plans de la référence 275 (1915) peut être considéré comme fiable.

La formule de Manning Strickler donne des vitesses d'écoulement de l'ordre de 1,5 à 2 m/s dans les quatre travées, mais cette formule n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage,

où le régime n'est probablement pas uniforme. La vitesse critique pour sa part dépasse les 5 m/s, mais il n'est pas du tout certain que le régime critique ait été atteint.

La côte étant donnée à l'aval de l'ouvrage, nous avons considéré une fourchette de vitesses comprise entre 2 et 4 m/s dans les travées de rives, et 1,5 à 3 m/s dans les travées centrales.

En hypothèse haute, avec des vitesses de 3 et 4 m/s, le débit est de 375 m³/s

En hypothèse basse, avec des vitesses de 1,5 et 2 m/s, le débit est de 190 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à des vitesses de 2,5 et 3 m/s, soit 290 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur:	En lit majeur:		$Q/S^{0,8}$
Hypothèse basse:	105		190 m³/s	3,14
Hypothèse haute:	105		375 m³/s	6,19
Hypothèse intermédiaire:	105		290 m³/s	4,79

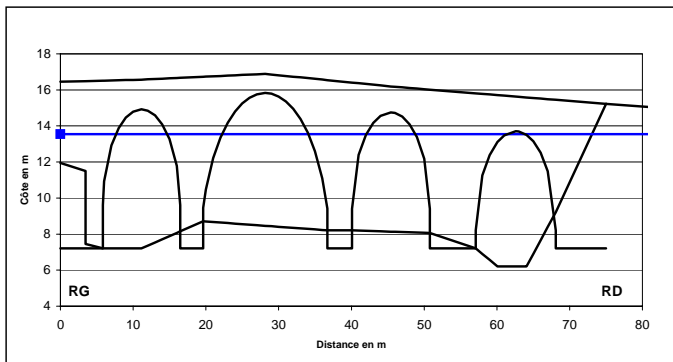
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°19

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1940**

Localisation de la section: **Saint Hilaire - Pont RD104**  
Surface drainée: **169 km²**

Références documentaires utilisées: 221, 275, levé de terrain, 206

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Zinf (tablier) en m	Zsup (tablier) en m
41	0	40,08	8,21	9,4	16,41
42	0	41	8,20	12,40	16,37
43	0	42	8,18	13,51	16,33
44	0	43	8,17	14,17	16,29
45	0	44	8,16	14,56	16,25
46	0	45,43	8,14	14,75	16,19
47	0	46	8,13	14,72	16,17
48	0	47	8,11	14,51	16,14
49	0	48	8,10	14,09	16,11
50	0	49	8,08	13,38	16,07
51	0	50	8,07	12,18	16,04
52	0	50,78	8,06	9,40	16,02
53	0	50,78	8,06	7,21	16,02
54	0	57,08	7,21	7,21	15,81
55	0	57,08	7,21	8,21	15,81
56	0	58	6,90	11,26	15,78
57	0	59	6,57	12,39	15,75
58	0	60,08	6,21	13,11	15,71
59	0	61	6,21	13,48	15,68
60	0	62,58	6,21	13,71	15,63

Commentaires:

Profil déduit des plans de la référence 275 (datant de 1915).

Seules les côtes d'une partie des points du profil sont données ici (20 points sur 73 au total).

Cf. fiches d'estimations n°7,18, et 21 pour les autres points du profil.

## Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 6,55

Zéro de l'échelle, en m: 7

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	13,55
0	170	13,55

Commentaires:

La côte est déduite de la référence 221, qui indique la présence d'un repère de crue juste à côté de l'échelle.

La côte de la crue à l'échelle actuelle (6,55 m), est directement déduite de la position de ce repère.

(l'échelle n'a d'ailleurs peut-être pas été modifiée depuis 1940, elle semble ancienne)

La position du zéro de l'échelle sur la section a été vérifiée par un levé de terrain

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

Commentaires:

La pente n'a pas été vérifiée. La valeur retenue est celle communément rencontrée dans ce secteur.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 13,55

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
surf. mouil. en lit mineur, travée rive gauche, en m²: 59,97  
surf. mouil. en lit mineur, travée milieu gauche, en m²: 78,00  
surf. mouil. en lit mineur, travée milieu droite, en m²: 51,88  
surface mouil. en lit mineur, travée rive droite, en m²: 60,88  
surface mouil. en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 250,73

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 20,00

Rh = 2,73

V (m/s) = 2,76

Q (m³/s) = 165,48

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu gauche:

K = 20,00

Rh = 2,79

V (m/s) = 2,80

Q (m³/s) = 218,38

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu droite:

K = 20,00

Rh = 2,36

V (m/s) = 2,51

Q (m³/s) = 129,99

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 20,00

Rh = 2,03

V (m/s) = 2,27

Q (m³/s) = 138,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 651,86

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,0

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La côte, donnée par un repère de crue, peut être considérée comme fiable. Le repère est situé sur la face aval de l'ouvrage.

La section d'écoulement également, le lit n'ayant pas évolué de façon importante, d'après les plans trouvés dans les références 275 (1915) et 206 (1948).

La formule de Manning Strickler donne des vitesses d'écoulement de l'ordre de 2 à 3 m/s dans les quatre travées, mais cette formule n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage,

où l'hypothèse de régime uniforme n'est pas respectée. Il est tout à fait possible en revanche que le régime critique ait été atteint.

La vitesse critique calculée approche les 8 m/s, elle ne nous paraît pas du tout réaliste. Si le régime critique a été atteint il l'a probablement été pour une côte et une vitesse inférieures.

Nous avons finalement considéré des vitesses de 2 à 4 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, le débit est de 1000 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, le débit est de 500 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à une vitesse de 3 m/s, soit 750 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	250		500 m³/s	8,25
Hypothèse haute:	250		1000 m³/s	16,51
Hypothèse intermédiaire:	250		750 m³/s	12,38

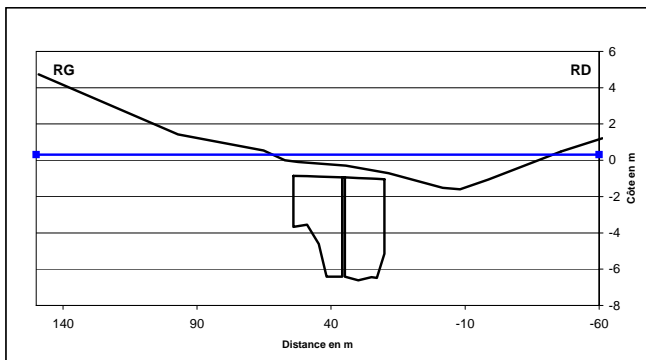
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°20

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1940**

Localisation de la section: **Saint Hilaire - station limnigraphique**  
Surface drainée: **177 km²**

Références documentaires utilisées: Levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Lit mineur sous l'ouvrage	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
	4,225	54,047	-0,854	-0,854	-0,098
	5,279	48,915	-3,551	-0,878	
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	Points ajoutés pour tenir compte de la pile centrale
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-6,411	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,943	
	4,675	29,853	-6,621	-0,977	
	5,124	24,902	-6,443	-1,010	
	5,726	22,939	-6,475	-1,023	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	-0,708
		20,074	-1,042	-1,042	
Lit majeur	E (m)	N (m)	Z (m)		
	-11,005	149,133	4,73		
	-6,905	97,121	1,424		
	-5,697	65,178	0,543		
	-4,289	57,274	0,004		
	-3,746	52,361	-0,098		
	-2,546	34,498	-0,289		
	-1,762	18,521	-0,708		
	-1,598	-1,613	-1,522		
	-3,017	-8,119	-1,598		
	-4,28	-18,716	-1,059		
	-7,759	-45,787	0,481		
	-9,752	-61,173	1,213		

Commentaires Côtes issues d'un levé de terrain.

## Levé des côtes de la crue

	Cote échelle, en m: 7,041	Zéro échelle, en m: -6,735
E (m)	N (m)	Z (m)
0	-60	0,306
0	150	0,306

Commentaires Côte donnée par un repère de crue, dont la position a été levée sur le site.

## Pente de la ligne d'eau

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente
aval	64,028	33,277	-7,694	-0,004500071
aval	47,726	36,706	-7,494	-0,003668894
amont	-104,636	32,966	-6,935	

Commentaires Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, elles ont été levées sur le site.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 0,306

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 76,55  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 79,65  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 73,18  
Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 21,78  
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 2,93

Surface mouillée totale, en m²: 254,09

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 1,19  
V (m/s) = 0,79  
Q (m³/s) = 60,79

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite droite:

K = 15,00  
Rh = 2,49  
V (m/s) = 1,95  
Q (m³/s) = 155,17

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:

K = 15,00  
Rh = 2,93  
V (m/s) = 2,17  
Q (m³/s) = 158,84

En lit mineur au dessus de l'ouvrage:

K = 20,00  
Rh = 0,62  
V (m/s) = 1,03  
Q (m³/s) = 22,44

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,37  
V (m/s) = 0,36  
Q (m³/s) = 1,07

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 398,32

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,3

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section d'écoulement et la pente, levées sur le site d'après un repère de crue, sont considérées comme fiables.

La formule de Manning Strickler paraît applicable pour la partie en lit majeur, mais ne l'est pas en lit mineur (régime non uniforme en raison de la présence du pont).

En lit majeur nous avons considéré que le coefficient de Strickler était compris entre 5 et 15.

En lit mineur, les repères de crue étant situés à quelques mètres en amont de l'ouvrage, le régime critique n'a probablement pas été atteint dans la section considérée.

Il a en revanche pu être atteint sous l'ouvrage, mais pour une vitesse critique inférieure à celle calculée. Une fourchette de vitesses allant de 2 à 4 m/s a finalement été retenue en lit mineur.

En hypothèse haute, avec un coefficient K de 15 en lit majeur, en une vitesse de 4 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 790 m³/s

En hypothèse basse, avec un coefficient K de 5, et une vitesse de 2 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 380 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à un coefficient K de 10 et à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 585 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	175	80	380 m³/s	6,05
Hypothèse haute:	175	80	790 m³/s	12,57
Hypothèse intermédiaire:	175	80	585 m³/s	9,31

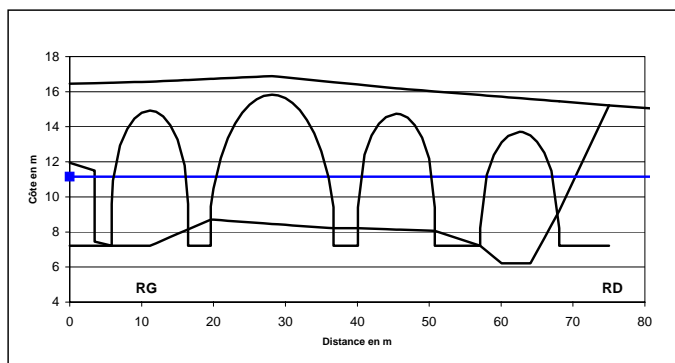


## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°21

Cours d'eau: **Le Lauquet** Localisation de la section: **Saint Hilaire - Pont RD104**  
 Date de la crue: **1959** Surface drainée: **169 km²**

Références documentaires utilisées: 221, 275, levé de terrain, 206

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Zinf (tablier) en m	Zsup (tablier) en m
61	0	63	6,21	13,69	15,62
62	0	64,08	6,21	13,50	15,58
63	0	65	6,9	13,15	15,55
64	0	66	7,65	12,52	15,52
65	0	67	8,4	11,48	15,48
66	0	68,08	9,21	8,21	15,45
67	0	68,08	9,21	7,21	15,45
68	0	75,01	15,22	7,21	15,22
69	0	87,01	14,87		
70	0	107,01	14,48		
71	0	135,01	15		
72	0	149,75	15,13		
73	0	169,75	15,49		

## Commentaires:

Profil déduit des plans de la référence 275 (datant de 1915).

Seules les cotes d'une partie des points du profil sont données ici (13 derniers points sur 73 au total).

Cf. fiches d'estimations n°7,18, et 19 pour les autres points du profil.

## Levé des cotes de la crue Cote échelle, en m: 4,16 Zéro de l'échelle, en m: 7

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	11,16
0	170	11,16

## Commentaires:

La cote est déduite d'un repère de crue dont on connaît l'altitude NGF (réf. 221). Pour replacer la position de la crue sur l'échelle, l'altitude du repère a été comparée à celle du repère de 1940, dont on connaît la hauteur à l'échelle. La position de l'échelle sur la section a été vérifiée par un levé de terrain.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

## Commentaires:

La pente n'a pas été vérifiée. La valeur retenue est celle communément rencontrée dans ce secteur.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 11,16

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00  
 surf. mouil. en lit mineur, travée rive gauche, en m²: 38,90  
 surf. mouil. en lit mineur travée milieu gauche, en m²: 44,63  
 surf. mouil. en lit mineur, travée milieu droite, en m²: 30,87  
 surface mouil. en lit mineur, travée rive droite, en m²: 44,54  
 surface mouil. en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: **158,93**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive gauche:

K = 20,00  
 Rh = 2,29  
 V (m/s) = 2,46  
 Q (m³/s) = 95,51

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu gauche:

K = 20,00  
 Rh = 1,94  
 V (m/s) = 2,20  
 Q (m³/s) = 98,17

En lit mineur sous l'ouvrage, travée du milieu droite:

K = 20,00  
 Rh = 1,82  
 V (m/s) = 2,11  
 Q (m³/s) = 64,98

En lit mineur sous l'ouvrage, travée rive droite:

K = 20,00  
 Rh = 2,12  
 V (m/s) = 2,33  
 Q (m³/s) = 103,98

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 362,65

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 6,4

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La cote, donnée par un repère de crue, peut être considérée comme fiable.

La section d'écoulement également, le lit n'ayant pas évolué de façon importante, d'après les plans trouvés dans les références 275 (1915) et 206 (1948).

La formule de Manning Strickler donne des vitesses d'écoulement de l'ordre de 2 à 2,5 m/s dans les quatre travées, mais cette formule n'est pas adaptée à cette section sous ouvrage,

l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas respectée. La vitesse critique pour sa part dépasse les 6 m/s, mais il n'est pas du tout certain que le régime critique ait été atteint.

La cote étant donnée à l'amont de l'ouvrage, nous avons considéré une fourchette de vitesses comprise entre 2 et 4 m/s.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, le débit est de 640 m³/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, le débit est de 320 m³/s

L'hypothèse intermédiaire correspond à une vitesse de 3 m/s, soit 480 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	159		320 m³/s	5,28
Hypothèse haute:	159		640 m³/s	10,57
Hypothèse intermédiaire:	159		480 m³/s	7,92

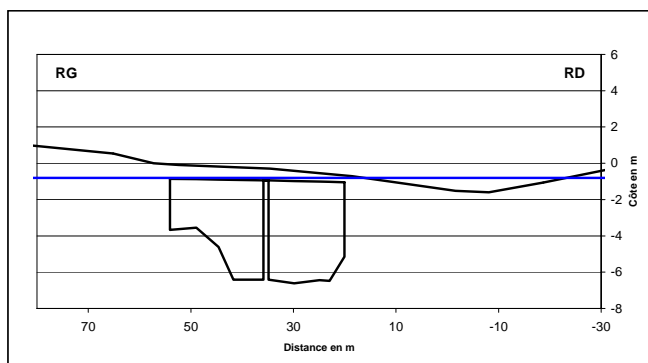
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°22

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1962**

Localisation de la section: **Saint Hilaire - station limnigraphique**  
Surface drainée: **177 km²**

Références documentaires utilisées: Levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Lit mineur sous l'ouvrage	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
	4,225	54,047	-0,854	-0,854	-0,098
	5,279	48,915	-3,551	-0,878	
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	Points ajoutés pour tenir compte de la pile centrale
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-6,411	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,943	
	4,675	29,853	-6,621	-0,977	
	5,124	24,902	-6,443	-1,010	
	5,726	22,939	-6,475	-1,023	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	-0,708
		20,074	-1,042	-1,042	
Lit majeur	E (m)	N (m)	Z (m)		
	-11,005	149,133	4,73		
	-6,905	97,121	1,424		
	-5,697	65,178	0,543		
	-4,289	57,274	0,004		
	-3,746	52,361	-0,098		
	-2,546	34,498	-0,289		
	-1,762	18,521	-0,708		
	-1,598	-1,613	-1,522		
	-3,017	-8,119	-1,598		
	-4,28	-18,716	-1,059		
	-7,759	-45,787	0,481		
	-9,752	-61,173	1,213		

Commentaires Côtes issues d'un levé de terrain.

## Levé des côtes de la crue

	Cote échelle, en m: 5,927	Zéro échelle, en m: -6,735
E (m)	N (m)	Z (m)
0	-60	-0,808
0	150	-0,808

Commentaires Côte donnée par un repère de crue, dont la position a été levée sur le site.

## Pente de la ligne d'eau

	Pente retenue: 0,005	
E (m)	N (m)	Z (m)
64,028	33,277	-7,694
47,726	36,706	-7,494
-104,636	32,966	-6,935

Commentaires Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, et ont été levées sur le site.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: -0,808

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 20,99  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 79,65  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 73,18  
Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 0,00  
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 173,83

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,52  
V (m/s) = 0,46  
Q (m³/s) = 9,66

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite droite:

K = 15,00  
Rh = 2,49  
V (m/s) = 1,95  
Q (m³/s) = 155,17

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:

K = 15,00  
Rh = 2,93  
V (m/s) = 2,17  
Q (m³/s) = 158,84

En lit mineur au dessus de l'ouvrage:

K = 20,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 323,67

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 7,6

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente ainsi que la section d'écoulement, levées sur le site, sont considérées comme fiables.

La formule de Manning Strickler paraît applicable pour la partie en lit majeur, mais pas en lit mineur où le régime n'est probablement pas uniforme (présence du pont).

En lit majeur le coefficient de strickler a été considéré comme compris entre 5 et 15. Le débit correspondant est marginal, compris entre 5 et 15 m³/s.

En lit mineur, les repères de crue étant situés à quelques mètres en amont de l'ouvrage, le régime critique n'a probablement pas été atteint dans la section considérée.

Il a en revanche pu être atteint sous l'ouvrage, mais pour une vitesse critique inférieure à celle calculée. Une fourchette de vitesses allant de 2 à 4 m/s a finalement été retenue en lit mineur.

En hypothèse haute, avec un coefficient K de 15 en lit majeur, en une vitesse de 4 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 630 m³/s.

En hypothèse basse, avec un coefficient K de 5, et une vitesse de 2 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 310 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à un coefficient K de 10 et à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 470 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur:	En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	153	21	310 m³/s	4,93
Hypothèse haute:	153	21	630 m³/s	10,02
Hypothèse intermédiaire:	153	21	470 m³/s	7,48

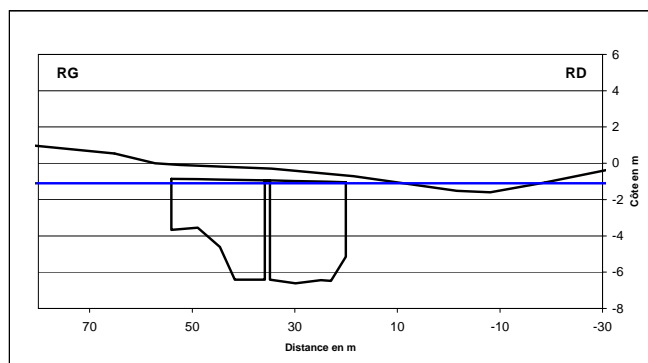


## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°23

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Saint Hilaire - station limnigraphique</b>
Date de la crue: <b>1963</b>	Surface drainée: <b>177 km²</b>

Références documentaires utilisées: Levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Lit mineur sous l'ouvrage	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
	4,225	54,047	-0,854	-0,854	-0,098
	5,279	48,915	-3,551	-0,878	
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	Points ajoutés pour tenir compte de la pile centrale
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-6,411	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,977	
	4,675	29,853	-6,621	-1,010	
	5,124	24,902	-6,443	-1,023	
	5,726	22,939	-6,475	-1,042	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	-0,708
		20,074	-1,042	-1,042	
Lit majeur	E (m)	N (m)	Z (m)		
	-11,005	149,133	4,73		
	-6,905	97,121	1,424		
	-5,697	65,178	0,543		
	-4,289	57,274	0,004		
	-3,746	52,361	-0,098		
	-2,546	34,498	-0,289		
	-1,762	18,521	-0,708		
	-1,598	-1,613	-1,522		
	-3,017	-8,119	-1,598		
	-4,28	-18,716	-1,059		
	-7,759	-45,787	0,481		
	-9,752	-61,173	1,213		

Commentaires Côtes issues d'un levé de terrain.

## Levé des côtes de la crue

	Cote échelle, en m: 5,633	Zéro échelle, en m: -6,735
E (m)	N (m)	Z (m)
0	-60	-1,102
0	150	-1,102

Commentaires Côte donnée par un repère de crue, dont la position a été levée sur le site.

## Pente de la ligne d'eau

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente
aval	64,028	33,277	-7,694	-0,004500071
aval	47,726	36,706	-7,494	-0,003668894
amont	-104,636	32,966	-6,935	

Commentaires Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, et ont été levées sur le site.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: -1,102

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 9,84  
 Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 78,03  
 Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 69,45  
 Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 0,00  
 Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 157,32

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
 Rh = 0,33  
 V (m/s) = 0,34  
 Q (m³/s) = 3,31

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite droite:

K = 15,00  
 Rh = 2,44  
 V (m/s) = 1,92  
 Q (m³/s) = 149,95

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:

K = 15,00  
 Rh = 2,78  
 V (m/s) = 2,10  
 Q (m³/s) = 145,58

En lit mineur au dessus de l'ouvrage:

K = 20,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 298,84

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,4

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente ainsi que la section d'écoulement, levées sur le site, sont considérées comme fiables.

La formule de Manning Strickler paraît applicable pour la partie en lit majeur, mais pas en lit mineur ou le régime n'est probablement pas uniforme (présence du pont).

En lit majeur le coefficient de strickler a été considéré comme compris entre 5 et 15. Le débit correspondant est négligeable.

En lit mineur, les repères de crue étant situés à quelques mètres en amont de l'ouvrage, le régime critique n'a probablement pas été atteint dans la section considérée.

Il a en revanche pu être atteint sous l'ouvrage, mais pour une vitesse critique inférieure à celle calculée. Une fourchette de vitesses allant de 2 à 4 m/s a finalement été retenue en lit mineur.

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 600 m³/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 300 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 450 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

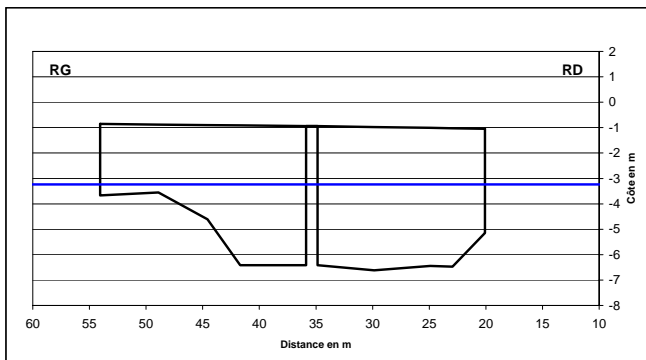
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	148	10	300 m³/s	4,77
Hypothèse haute:	148	10	600 m³/s	9,54
Hypothèse intermédiaire:	148	10	450 m³/s	7,16

## Lauquet - Estimation du débit des crues enregistrées par la station limnimétrique

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Saint Hilaire - station limnimétrique</b>
Dates des crues: <b>de 1968 à 2003</b>	Surface drainée: <b>177 km²</b>

Références documentaires utilisées: 115 à 122 (limnigraphes), Levé de terrain

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Lit mineur sous l'ouvrage	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
		54,047	-0,854	-0,854	
	4,225	54,047	-3,667	-0,854	-0,098
	5,279	48,915	-3,551	-0,878	
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,943	
	4,675	29,853	-6,621	-0,977	
	5,124	24,902	-6,443	-1,010	
	5,726	22,939	-6,475	-1,023	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	-0,708
		20,074	-1,042	-1,042	

Commentaires Côtes issues d'un levé de terrain.

#### Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	-60	-3,235
	0	150	-3,235

Commentaires Côtes données par les limnigraphes (réf. 115 à 122).  
Position du zéro de l'échelle levée sur le site.

#### Pente de la ligne d'eau

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente
aval	64,028	33,277	-7,694	-0,004500071
aval	47,726	36,706	-7,494	-0,003668894
amont	-104,636	32,966	-6,935	

Commentaires Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, levées sur le site.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: -3,235

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 46,48  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 30,68  
Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 0,00  
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 77,16

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite :

$K = 15,00$   
 $R_h = 2,21$   
 $V (m/s) = 1,80$   
 $Q (m³/s) = 83,73$

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:

$K = 15,00$   
 $R_h = 1,31$   
 $V (m/s) = 1,27$   
 $Q (m³/s) = 38,86$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 122,59

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

Pour cette station la banque HYDRO du MEDD ne fournit pas de courbe de tarage. Deux courbes de tarage (DDE et ORSTOM) ont été retrouvées dans les archives de la DDE. La section a été levée sur le site. Un seuil a été mis en place en 1975, et garantit l'absence de modifications significatives du lit depuis cette date. 55 jaugeages ont été effectués dans cette section et retrouvés aux archives de la DDE. 16 d'entre eux ont été effectués avant la construction du seuil. Seuls trois de ces jaugeages ont été effectués pour une hauteur supérieure à 1,50 m: deux après la construction du seuil (1,5 et 3,5 m), un avant (2,2 m). La courbe de tarage DDE semble issue d'une application de la formule de Manning Strickler et donne des vitesses et débits sensiblement supérieurs à ceux jaugés à une hauteur de 3,5 m. La courbe de tarage ORSTOM pour sa part est directement ajustée aux jaugeages effectués après la construction du seuil. Elle a été jugée plus fiable même si elle correspond à une vitesse moyenne dans la section quasi constante entre 1,5 m et 3,5 m. Au-delà de 3,5 m, cette courbe est extrapolée, et nous avons donc préféré appliquer la formule de Manning Strickler. Le coefficient de Strickler retenu est égal à 15 et permet de reproduire la vitesse et le débit jaugés pour une hauteur de 3,5 m.

Pour les crues enregistrées après la construction du seuil:

Les débits ont été estimés en utilisant la courbe de tarage ORSTOM pour les crues de hauteur inférieure à 3,5 m.

Pour les crues situées entre 3,5 et 5,5 m (mise en charge du pont), la formule de Manning Strickler a été appliquée.

Etant donnée l'incertitude concernant le régime uniforme, une fourchette de débits, correspondant à des vitesses allant de 1,5 à 3,5 m/s, a été définie pour ces crues.

Enfin, pour les crues supérieures à 5,5m (mise en charge du pont et extension en lit majeur), une estimation spécifique a été réalisée (deux crues concernées, cf. fiches d'estimation n°25 et 26)

Pour les crues ayant précédé la mise en place du seuil (1975):

Les jaugeages effectués ont permis de reconstituer une courbe de tarage pour les hauteurs allant jusqu'à 2,2m.

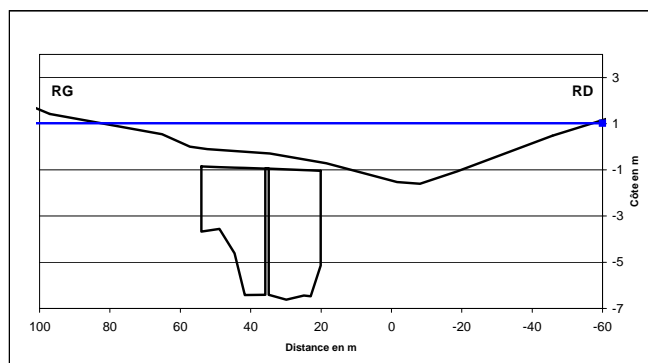
Au-delà de cette hauteur, la différence de débit par rapport à la courbe de tarage ORSTOM semble se stabiliser à environ 38 m³/s. Les méthodes d'estimation appliquées pour les crues postérieures à la construction du seuil ont donc été reprises en retranchant systématiquement 38 m³/s à la valeur estimée.

## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°25

Cours d'eau: <b>Le Lauquet</b>	Localisation de la section: <b>Saint Hilaire - station limnigraphique</b>
Date de la crue: <b>1970</b>	Surface drainée: <b>177 km²</b>

Références documentaires utilisées: 115, Levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES					
Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage					
Lit mineur sous l'ouvrage	E (m)	N (m)	Z (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
		54,047	-0,854	-0,854	
	4,225	54,047	-3,667	-0,854	
	5,279	48,915	-3,551	-0,878	-0,098
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	Points ajoutés pour tenir compte de la pile centrale
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,943	
	4,675	29,853	-6,621	-0,977	
	5,124	24,902	-6,443	-1,010	
	5,726	22,939	-6,475	-1,023	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	-0,708
		20,074	-1,042	-1,042	
Lit majeur	E (m)	N (m)	Z (m)		
	-11,005	149,133	4,73		
	-6,905	97,121	1,424		
	-5,697	65,178	0,543		
	-4,289	57,274	0,004		
	-3,746	52,361	-0,098		
	-2,546	34,498	-0,289		
	-1,762	18,521	-0,708		
	-1,598	-1,613	-1,522		
	-3,017	-8,119	-1,598		
	-4,28	-18,716	-1,059		
	-7,759	-45,787	0,481		
	-9,752	-61,173	1,213		
Commentaires	Côtes issues d'un levé de terrain.				
Levé des côtes de la crue					
	Cote échelle, en m: 7,75			Zéro échelle, en m: -6,735	
	E (m)	N (m)	Z (m)		
	0	-60	1,015		
	0	150	1,015		
Commentaires	Limnigraphe emporté. Côte très incertaine, indiquée sur une feuille limni vierge.. Deux autres côtes indiquées (5,75 et 6,26), ainsi qu'une indication: l'eau est passée par dessus le parapet du pont, ce qui indiquerait que la côte est de 7,40 m minimum				
Pente de la ligne d'eau					
	Pente retenue: 0,005				
	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente	
aval	64,028	33,277	-7,694	-0,004500071	
aval	47,726	36,706	-7,494	-0,003668894	
amont	-104,636	32,966	-6,935		
Commentaires	Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, levées sur le site.				

CALCULS INTERMÉDIAIRES	
Calcul de surface mouillée	
cote de ligne d'eau retenue, en m: 1,015	
Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 123,88	
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 79,65	
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 73,18	
Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 45,77	
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 18,62	
Surface mouillée totale, en m²: 341,10	
Calcul de vitesses et débits	
Application de la formule de Manning-Strickler:	
En lit majeur rive droite:	
	K = 10,00
	Rh = 1,55
	V (m/s) = 0,95
	Q (m³/s) = 117,25
En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite droite:	
	K = 15,00
	Rh = 2,49
	V (m/s) = 1,95
	Q (m³/s) = 155,17
En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:	
	K = 15,00
	Rh = 2,93
	V (m/s) = 2,17
	Q (m³/s) = 158,84
En lit mineur au dessus de l'ouvrage:	
	K = 20,00
	Rh = 1,31
	V (m/s) = 1,69
	Q (m³/s) = 77,40
En lit majeur rive gauche:	
	K = 10,00
	Rh = 0,62
	V (m/s) = 0,51
	Q (m³/s) = 9,58
Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 518,24	

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La côte de la crue est très incertaine. L'indication selon laquelle l'eau serait passée par-dessus le parapet nous amène à penser qu'elle est de 7,40 m minimum. La côte maximale indiquée sur le limnigraphe est de 7,75 m, son origine est inconnue. La forme de la section et la pente en revanche, levées sur le site, peuvent être considérées comme fiables. La formule de Strickler paraît applicable pour la partie en lit majeur, beaucoup moins en lit mineur où le régime n'est probablement pas uniforme (présence de l'ouvrage qui perturbe l'écoulement). En lit majeur le coefficient de strickler a été considéré compris entre 5 et 15. En lit mineur nous avons considéré une fourchette de vitesses comprise entre 2 et 4 m/s. Le régime critique est peut être atteint mais la vitesse critique, calculée à partir d'une hauteur de 7,75 m, est peu réaliste. De plus il est fort possible que l'ouvrage soit totalement noyé. En hypothèse haute, avec une côte de 7,75 m, un coefficient K de 15 en lit majeur, et une vitesse de 4 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 990 m³/s. En hypothèse basse, avec une côte de 7,40 m, un coefficient K de 5 en lit majeur, et une vitesse de 2 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 410 m³/s. L'hypothèse intermédiaire correspond à une côte de 7,75 m, un coefficient K de 10 en lit majeur et une vitesse de 3 m/s en lit mineur, soit un débit de 725 m³/s.

VALEURS DE DÉBIT RETENUES				
	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	187	107	410 m³/s	6,52
Hypothèse haute:	199	142	990 m³/s	15,75
Hypothèse intermédiaire:	199	142	725 m³/s	11,53

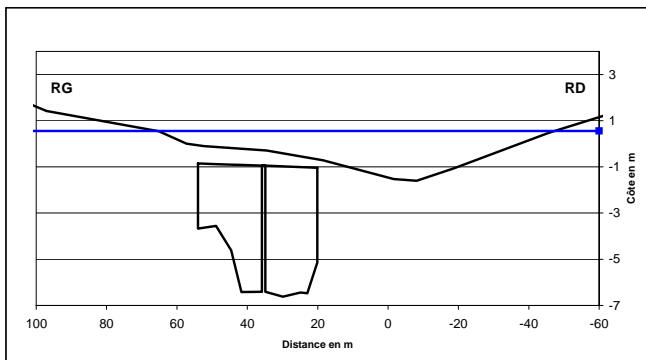
## Crues historiques du Lauquet - Estimation de débit n°26

Cours d'eau: **Le Lauquet**  
Date de la crue: **1999**

Localisation de la section: **Saint Hilaire - station limnigraphique**  
Surface drainée: **177 km²**

Références documentaires utilisées: Levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)	Z (chaussée)
Lit mineur sous l'ouvrage					
	4,225	54,047	-0,854	-0,854	
	5,279	48,915	-3,667	-0,878	
	3,382	44,582	-4,613	-0,898	
	3,672	41,684	-6,414	-0,911	
		35,867	-6,411	-0,943	
		35,867	-0,943	-0,943	
		34,867	-0,943	-0,943	
	4,317	34,867	-6,411	-0,943	
	4,675	29,853	-6,621	-0,977	
	5,124	24,902	-6,443	-1,010	
	5,726	22,939	-6,475	-1,023	
	5,766	20,074	-5,145	-1,042	
		20,074	-1,042	-1,042	
Lit majeur					
	E (m)	N (m)	Z (m)		
	-11,005	149,133	4,73		
	-6,905	97,121	1,424		
	-5,697	65,178	0,543		
	-4,289	57,274	0,004		
	-3,746	52,361	-0,098		
	-2,546	34,498	-0,289		
	-1,762	18,521	-0,708		
	-1,598	-1,613	-1,522		
	-3,017	-8,119	-1,598		
	-4,28	-18,716	-1,059		
	-7,759	-45,787	0,481		
	-9,752	-61,173	1,213		
Commentaires	Côtes issues d'un levé de terrain.				

## Levé des côtes de la crue

	Cote échelle, en m: 7,292	Zéro échelle, en m: -6,735
E (m)	N (m)	Z (m)
0	-60	0,557
0	150	0,557

Commentaires Côte donnée par un repère de crue.  
La côte enregistrée par la station est un peu plus faible (7,18 m)

## Pente de la ligne d'eau

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente
aval	64,028	33,277	-7,694	-0,004500071
aval	47,726	36,706	-7,494	-0,003668894
amont	-104,636	32,966	-6,935	

Commentaires Les côtes sont celles de la ligne d'eau à l'étiage, levée sur le site.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 0,557

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 90,90  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de droite, en m²: 79,65  
Surf. mouil. sous l'ouvrage travée de gauche, en m²: 73,18  
Surf. mouil. en lit min., au dessus du tablier, en m²: 30,27  
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 5,43

Surface mouillée totale, en m²: 279,44

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 1,40  
V (m/s) = 0,88  
Q (m³/s) = 80,39

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de droite droite:

K = 15,00  
Rh = 2,49  
V (m/s) = 1,95  
Q (m³/s) = 155,17

En lit mineur sous l'ouvrage, travée de gauche:

K = 15,00  
Rh = 2,93  
V (m/s) = 2,17  
Q (m³/s) = 158,84

En lit mineur au dessus de l'ouvrage:

K = 20,00  
Rh = 0,86  
V (m/s) = 1,28  
Q (m³/s) = 38,86

En lit majeur rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,42  
V (m/s) = 0,40  
Q (m³/s) = 2,15

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 435,41

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La pente ainsi que la section d'écoulement, levées sur le site, sont considérées comme fiables.

La formule de Manning Strickler paraît applicable pour la partie en lit majeur, mais pas en lit mineur ou le régime n'est probablement pas uniforme (présence du pont).

En lit majeur le coefficient de strickler a été considéré comme compris entre 5 et 15. Le débit correspondant est négligeable.

En lit mineur, les repères de crue étant situés à quelques mètres en amont de l'ouvrage, le régime critique n'a probablement pas été atteint dans la section considérée.

Il a en revanche pu être atteint sous l'ouvrage, mais pour une vitesse critique inférieure à celle calculée. Une fourchette de vitesses allant de 2 à 4 m/s a finalement été retenue en lit mineur.

En hypothèse haute, avec un coefficient K de 15 en lit majeur, et une vitesse de 4 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 860 m³/s.

En hypothèse basse, avec un coefficient K de 5 en lit majeur, et une vitesse de 2 m/s en lit mineur, on obtient un débit de 410 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à un coefficient K de 10 en lit majeur et une vitesse de 3 m/s en lit mineur, soit un débit de 635 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²:		Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur:	En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	184	96	410 m³/s	6,52
Hypothèse haute:	184	96	860 m³/s	13,68
Hypothèse intermédiaire:	184	96	635 m³/s	10,10



## Bassin de la Salz

Tableau récapitulatif des crues recensées sur la Salz

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la côte PHE	Surface drainée (km²)	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m³/s)	Q <sub>mini</sub> (m³/s)	Q <sub>maxi</sub> (m³/s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>maxi</sub> /S <sup>0,8</sup>
1820		Couiza au niveau du moulin Conquet	139	Valeurs issues de l'estimation n°1	700	470	950	13,51	9,07	18,34
1829										
1833		Couiza à l'aval du moulin Conquet	139	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation n°3, la section étant plus complète, et la côte PHE plus fiable que pour l'estimation n°2	510	380	610	9,84	7,33	11,77
1846										
1872		Couiza au niveau du pont de la RD118	142	La valeur probable retenue est une moyenne entre les estimations n°4 et 5. Pour les bornes supérieures et inférieures les valeurs extrêmes issues des deux estimations ont été retenues.	460	325	705	8,73	6,17	13,38
1891		Couiza au niveau du moulin Lepeige	141	Les valeurs retenues sont celles de l'estimation de débit n°6, section jugée la plus fiable et la plus complète. Les valeurs des autres estimations réalisées restent très cohérentes.	740	420	1030	14,12	8,01	19,65
1892		Couiza à l'aval du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°10	560	340	770	10,63	6,45	14,61
1893		Couiza à l'aval du pont de la RD118	135	Valeurs issues de l'estimation de débit n°11	365	200	425	7,21	5,73	8,40
1898		Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°12	360	230	505	6,83	4,36	9,58
1907		Couiza à l'aval du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°13	680	450	890	12,90	8,54	16,89
1913										
1919										
1930		Couiza à l'aval du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°14	305	205	475	5,79	3,89	9,01
1932										
1937	2,00	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°15	100	72	144	1,90	1,37	2,73
1939	2,70	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°16	225	150	300	4,27	2,85	5,69
1940		Couiza au niveau du moulin Lepeige	141	Valeurs issues de l'estimation de débit n°17, jugées plus fiable que l'estimation n°18, dont les résultats sont malgré tout cohérents.	640	370	890	12,21	7,06	16,98
1942	2,80	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°19	235	155	310	4,46	2,94	5,88
1943	2,40	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°20	155	95	190	2,94	1,80	3,61
1944	2,80	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°21	235	155	310	4,46	2,94	5,88
1951	2,30	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°21	145	80	175	2,75	1,71	3,32
1952	2,40	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°20 (Côte dentique à la crue de 1942)	155	95	190	2,94	1,80	3,61
1953	3,70	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°23	330	220	440	6,26	4,17	8,35
1959	3,00	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°24	255	170	340	4,84	3,23	6,45
1962	2,90	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°25	240	160	320	4,55	3,04	6,07
1963	3,70	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°26	330	220	440	6,26	4,17	8,35
1965	2,80	Couiza au niveau du pont de la RD118	142	Valeurs issues de l'estimation de débit n°27	210	140	280	3,98	2,66	5,31
1968	3,80	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	304	234	338	6,15	5,14	6,84
1969	3,02	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	175	146	194	3,54	2,95	3,93
1970	3,76	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°28 est cohérente.	297	248	330	6,01	5,02	6,68
1971	2,16	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	65	54	73	1,32	1,09	1,48
1972	3,10	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	187	156	208	3,78	3,16	4,21
1973	1,72	Station de Cassagnes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°0620, intervalle correspondant à la valeur estimée ±1%	42,4	42,0	42,8	0,86	0,85	0,87
1974	2,95	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	165	137	183	3,34	2,77	3,70
1975	2,32	Station de Cassagnes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	83	69	92	1,68	1,40	1,86

Date	Cote échelle en m	Lieu d'observation de la côte PHE	Surface drainée (km <sup>2</sup> )	Commentaires sur les estimations de débit retenues	Q <sub>probable</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>mini</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>maxi</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>probable</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>mini</sub> /S <sup>0,8</sup>	Q <sub>maxi</sub> /S <sup>0,8</sup>
1976	2,15	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	64	54	72	1,30	1,09	1,46
1977	3,80	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	304	254	338	6,15	5,14	6,84
1978	2,45	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	98	82	109	1,98	1,66	2,21
1979	1,72	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C620, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	42,4	42,0	42,8	0,86	0,85	0,87
1980	1,27	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C620, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	17,3	17,1	17,5	0,35	0,35	0,35
1981	3,04	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	178	148	198	3,60	3,00	4,01
1982	3,37	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	230	192	255	4,65	3,89	5,16
1983	1,15	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C620, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	13,3	13,2	13,4	0,27	0,27	0,27
1984	2,88	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	155	129	172	3,14	2,61	3,48
1985	1,86	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C621, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	50,6	50,1	51,1	1,02	1,01	1,03
1986	1,69	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C622, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	41,9	41,5	42,3	0,85	0,84	0,86
1987	1,78	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C622, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	47,5	47,0	48,0	0,96	0,95	0,97
1988	2,73	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	134	111	149	2,71	2,25	3,02
1989	1,00	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C622, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	11,3	11,2	11,4	0,23	0,23	0,23
1990	3,02	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	175	146	194	3,54	2,95	3,93
1991	3,36	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°29	228	190	254	4,61	3,85	5,14
1992	6,80	Station de Cassaignes	131	Valeurs issues de l'estimation de débit n°31, jugée plus fiable que les estimations n°30 et 32. Les valeurs obtenues sont toutefois cohérentes entre les trois estimations.	1 028	964	1 092	20,81	19,51	22,10
1993	2,16	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C623, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	121,0	119,8	122,2	2,45	2,42	2,47
1994	1,62	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C623, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	57,8	57,2	58,4	1,17	1,16	1,18
1995	1,68	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C624, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	39,4	39,0	39,8	0,80	0,79	0,81
1996	3,02	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°33	232	199	265	4,70	4,03	5,36
1997	1,63	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C625, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	63,3	62,7	63,9	1,28	1,27	1,29
1998	0,65	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C625, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	2,3	2,3	2,3	0,05	0,05	0,05
1999	2,15	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°33	110	92	123	2,24	1,86	2,49
2000	4,42	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°33	501	418	557	10,14	8,46	11,27
2001	1,46	Station de Cassaignes	131	Valeur déduite de la courbe de tarage n°C625, intervalle correspondant à la valeur estimée +1%	49,1	48,6	49,6	0,99	0,98	1,00
2002	2,48	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°33	155	129	172	3,14	2,61	3,48
2003	2,50	Station de Cassaignes	131	Valeur issue de l'estimation de débit n°33	158	132	175	3,20	2,67	3,54



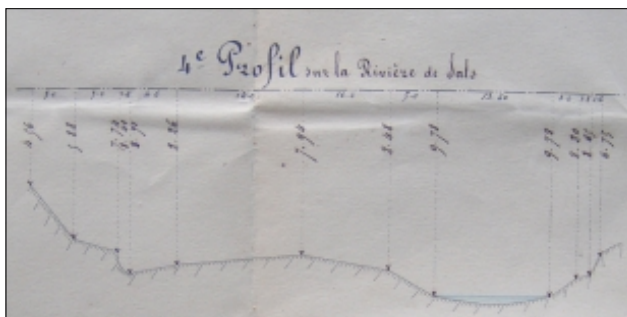
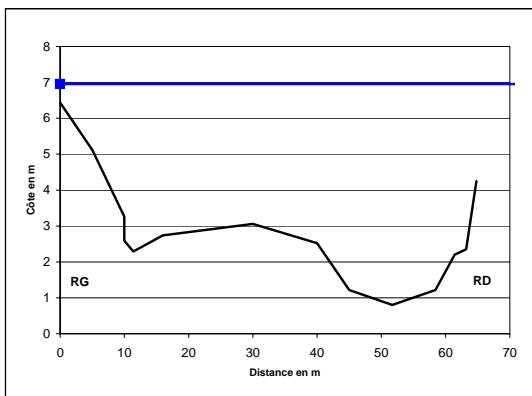


## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°1

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - au niveau de l'ancien moulin 'Conquet'</b>
Date de la crue: <b>1820</b>	Surface drainée: <b>139 km²</b>

Références documentaires utilisées: 232

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	6,44
2	0	5	5,12
3	0	10	3,26
4	0	10	2,59
5	0	11,4	2,29
6	0	16	2,74
7	0	30	3,06
8	0	40	2,52
9	0	45	1,22
10	0	51,7	0,8
11	0	58,4	1,22
12	0	61,4	2,2
13	0	63,2	2,35
14	0	64,8	4,25

## Commentaires:

La section est donnée par des plans de la référence 232, datés de 1847 (section n°4). Elle se situe au niveau de la confluence avec le béal du moulin Conquet.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 6,95

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	6,95
	0	80	6,95

## Commentaires:

La cote est donnée par les plans au niveau du moulin, soit 30 m à l'amont de la section n°4 considérée ici. La cote de 6,95 m a été obtenue en supposant que la pente de la ligne d'eau suit la pente du fond du béal (soit -18 cm par rapport à la cote figurant sur les plans, 30 m à l'amont de la section considérée). Pour les estimations de débit une fourchette de +/- 20 cm par rapport à cette cote a été prise en compte.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

## Commentaires:

Il s'agit là de la pente fil d'eau à l'étiage, figurant sur les plans de la référence 232.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

Côte de ligne d'eau retenue, en m: 6,95

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 14,26  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 120,72  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 144,67

**Surface mouillée totale, en m²: 279,64**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 3,56  
V (m/s) = 1,65  
Q (m³/s) = 23,52

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 5,03  
V (m/s) = 3,74  
Q (m³/s) = 451,05

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 3,36  
V (m/s) = 1,59  
Q (m³/s) = 229,67

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 704,24

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,64

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section ainsi que la pente du lit sont données par la référence 232 (plans datant de 1847), et sont considérées comme fiables.

La section n°4 considérée se situe immédiatement à l'aval de la confluence avec le béal du moulin Conquet.

La cote PHE de la crue est donnée au niveau du corps de bâtiment du moulin, soit une trentaine de mètres à l'amont de cette section.

Il en résulte une certaine incertitude sur la cote de la crue dans la section, cote qui a été évaluée en supposant que la pente de la ligne d'eau suivait la pente du fond du béal.

En hypothèse basse et haute nous avons fait varier la cote de + ou - 20 cm par rapport à la cote évaluée.

Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section.

En revanche l'hypothèse de régime uniforme peut être retenue, et la formule de Manning Strickler a par conséquent été utilisée pour l'estimation du débit.

Les coefficients de Manning Strickler ont été choisis entre 5 et 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15 et une cote de -20 cm par rapport à la cote probable, le débit est de 470 m³/s.

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20 et une cote de +20 cm par rapport à la cote probable, le débit est de 950 m³/s.

Le débit probable correspond à des coefficients K de 10 et 18 et à une cote de 6,95 m, soit un débit de 700 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

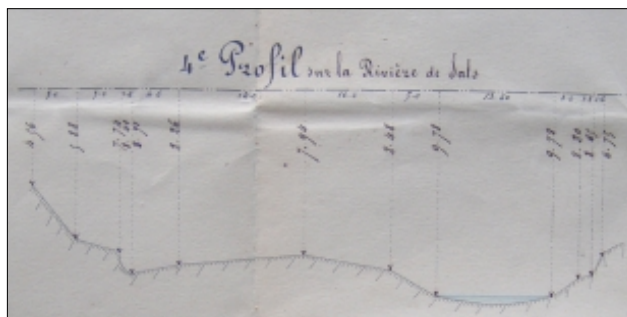
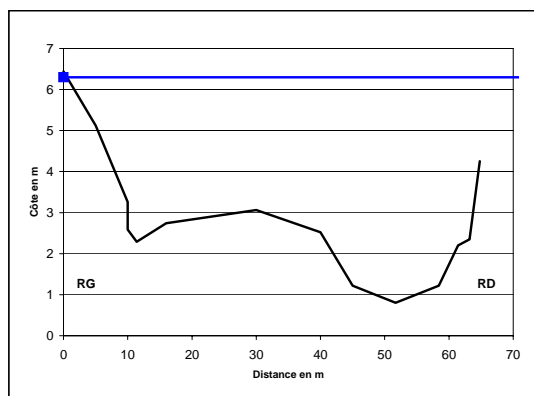
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur:	En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	116	150	470 m³/s	9,07
Hypothèse haute:	125	167	950 m³/s	18,34
Hypothèse intermédiaire:	121	159	700 m³/s	13,51

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°2

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - au niveau de l'ancien moulin 'Conquet'</b>
Date de la crue: <b>1833</b>	Surface drainée: <b>139 km<sup>2</sup></b>

Références documentaires utilisées: 232

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	6,44
2	0	5	5,12
3	0	10	3,26
4	0	10	2,59
5	0	11,4	2,29
6	0	16	2,74
7	0	30	3,06
8	0	40	2,52
9	0	45	1,22
10	0	51,7	0,8
11	0	58,4	1,22
12	0	61,4	2,2
13	0	63,2	2,35
14	0	64,8	4,25

## Commentaires:

La section est donnée par des plans de la référence 232, datés de 1847 (section n°4). Elle se situe au niveau de la confluence avec le béal du moulin Conquet

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 6,3

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	6,3
0	80	6,3

## Commentaires:

La cote est donnée par les plans au niveau du moulin, soit 30 m à l'amont de la section n°4 considérée ici. La cote de 6,30 m a été obtenue en supposant que la pente de la ligne d'eau suit la pente du fond du béal (soit -18 cm par rapport à la cote figurant sur les plans, 30 m à l'amont de la section considérée). Pour les estimations de débit une fourchette de +/- 20 cm par rapport à cette cote a été prise en compte

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,005

## Commentaires:

Il s'agit là de la pente fil d'eau à l'étiage, indiquée sur les plans de la référence 232.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

Côte de ligne d'eau retenue, en m: 6,3

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 12,05  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 106,81  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 119,02

Surface mouillée totale, en m²: 237,87

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 3,01  
V (m/s) = 1,47  
Q (m³/s) = 17,76

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 4,45  
V (m/s) = 3,44  
Q (m³/s) = 367,80

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 2,77  
V (m/s) = 1,39  
Q (m³/s) = 165,90

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 551,46

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,21

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section ainsi que la pente du lit sont données par la référence 232 (plans datant de 1847), et sont considérées comme fiables.

La section n°4 considérée se situe immédiatement à l'aval de la confluence avec le béal du moulin Conquet.

La cote PHE de la crue est donnée au niveau du corps de bâtiment du moulin, soit une trentaine de mètres à l'amont de cette section.

Il en résulte une certaine incertitude sur la cote de la crue dans la section, cote qui a été évaluée en supposant que la pente de la ligne d'eau suivait la pente du fond du béal.

En hypothèse basse et haute nous avons fait varier la cote de + ou - 20 cm par rapport à la cote évaluée.

Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section.

En revanche l'hypothèse de régime uniforme peut être retenue, et la formule de Manning Strickler a par conséquent été utilisée pour l'estimation du débit.

Les coefficients de Manning Strickler ont été choisis entre 5 et 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15 et une cote de -20 cm par rapport à la cote probable, le débit est de 370 m³/s.

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20 et une cote de +20 cm par rapport à la cote probable, le débit est de 740 m³/s.

Le débit probable correspond à des coefficients K de 10 et 18 et à une cote de 6,30 m, soit un débit de 550 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

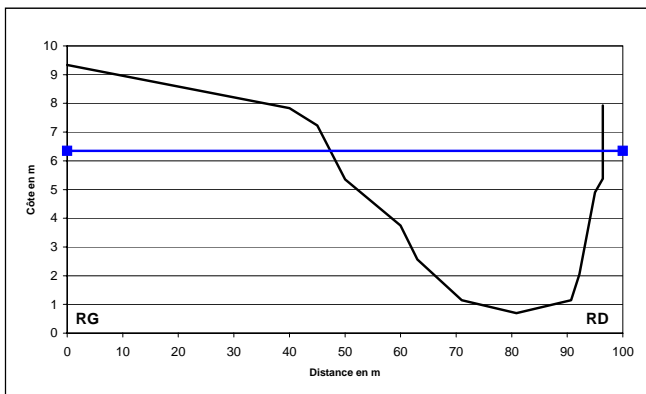
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	103	123	370 m³/s	7,1
Hypothèse haute:	111	139	740 m³/s	14,3
Hypothèse intermédiaire:	107	131	550 m³/s	10,6

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°3

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - à l'aval de l'ancien moulin 'Conquet'</b>
Date de la crue: <b>1833</b>	Surface drainée: <b>139 km²</b>

Références documentaires utilisées: 232

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	9,34
2	0	40	7,83
3	0	45	7,23
4	0	50	5,35
5	0	60	3,75
6	0	63	2,57
7	0	71	1,15
8	0	80,85	0,7
9	0	90,7	1,15
10	0	92,2	2,05
11	0	95	4,9
12	0	96,4	5,38
13	0	96,4	7,93

Commentaires:

Section donnée par des plans de la référence 232, datés de 1849 (section n°2)

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 6,35

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	6,35
	0	100	6,35

Commentaires:

La cote de la crue dans la section considérée est indiquée sur les plans.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,005

Commentaires:

Il s'agit là de la pente fil d'eau à l'étiage, figurant sur d'autres plans datés de 1847.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 6,35

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 16,87

surface mouillée en lit mineur, en m²: 106,87

surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 65,99

**Surface mouillée totale, en m²: 189,73**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00

Rh = 4,22

V (m/s) = 1,85

Q (m³/s) = 31,14

En lit mineur:

K = 18,00

Rh = 4,86

V (m/s) = 3,65

Q (m³/s) = 390,17

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00

Rh = 2,44

V (m/s) = 1,28

Q (m³/s) = 84,67

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 505,97

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,24

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée est donnée par la référence 232 (plans datant de 1849). Elle se situe immédiatement à l'aval de la confluence avec le béal du moulin Conquet.

La cote PHE de la crue, figurant sur les plans, est considérée comme fiable.

La pente du lit, donnée par d'autres plans qui concernent le même secteur, est également considérée comme fiable.

Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section.

En revanche l'hypothèse de régime uniforme peut être retenue, et la formule de Manning Strickler a par conséquent été utilisée pour l'estimation du débit.

Les coefficients de Manning Strickler sont considérés comme compris entre 5 et 15 en lit majeur et 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15, le débit est de 380 m³/s.

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20, le débit est de 610 m³/s.

Le débit probable correspond à des coefficients K de 10 et 18, soit un débit de 510 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

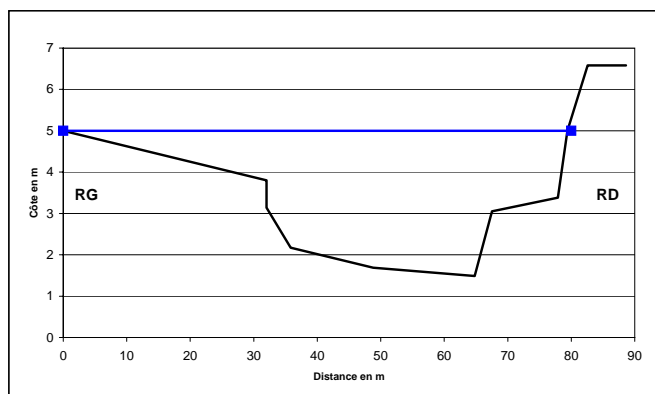
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	107	83	<b>380 m³/s</b>	<b>7,3</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	107	83	<b>610 m³/s</b>	<b>11,8</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	107	83	<b>510 m³/s</b>	<b>9,8</b>

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°4

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - en amont du pont de la RD118</b>
Date de la crue: <b>1872</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 222, 33, 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	5
2	0	32	3,8
3	0	32	3,14
4	0	35,8	2,17
5	0	48,8	1,69
6	0	64,8	1,49
7	0	67,5	3,05
8	0	77,9	3,38
9	0	79,4	5
10	0	82,6	6,58
11	0	88,6	6,58

Commentaires:

Section donnée par des plans de la référence 222.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 5

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5
0	80	5

Commentaires:

La cote figure sur les plans de la référence 222.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,006

Commentaires:

La pente du lit dans la zone est de l'ordre de 0,006 d'après des plans de 1930 (référence 241, les mêmes plans indiquent également une pente de 0,009 plus à l'aval).  
Un levé de terrain effectué en 2004 dans ce secteur indique que la pente est de 0,004 à l'heure actuelle.  
Pour les estimations une fourchette de 0,005 à 0,01 a été retenue.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 5

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 19,78  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 110,75  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 19,20

Surface mouillée totale, en m²: 149,73

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 13,00  
Rh = 1,65  
V (m/s) = 1,41  
Q (m³/s) = 27,79

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 3,08  
V (m/s) = 3,28  
Q (m³/s) = 362,93

En lit majeur, rive gauche:

K = 13,00  
Rh = 0,60  
V (m/s) = 0,72  
Q (m³/s) = 13,75

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 404,48

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,42

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section est donnée par les plans de la référence 222. En réalité deux sections sont disponibles:

l'une est située au niveau du pont sur la Salz, et confirme la cote d'environ 4,65 m indiquée par la référence n°33 à 7 m à l'aval du pont

(les arches du pont sont donc en charge, et la section à l'aval du pont est de l'ordre de 180 m²);

l'autre section donnée est située à l'amont du pont, pour une section d'écoulement totale de 149 m². C'est cette section qui est utilisée ici.

La pente du lit dans la zone considérée n'est pas donnée par les plans. Si l'on se fie aux plans de 1930 (référence 241), celle-ci serait de 0,006 à l'amont du pont, et 0,009 à l'aval.

Étant donné que la position de la section n'est pas connue avec exactitude, nous avons considéré que la pente pouvait être comprise entre 0,005 et 0,1.

Il semble très peu probable que le régime critique ait pu être atteint dans cette section.

En revanche l'hypothèse d'un régime uniforme semble plausible (malgré la présence du pont à l'aval), et la formule de Manning Strickler a donc été appliquée pour l'estimation du débit.

Les coefficients de Strickler sont probablement assez élevés en amont du pont, y compris en lit majeur, la section d'écoulement étant assez propre et peu plantée d'arbres (du moins à l'heure actuelle). Nous avons considéré des fourchettes de K de 10 à 15 en lit majeur et de 18 à 25 en lit mineur.

Finalement, en hypothèse haute avec une pente de 0,1 et des coefficients K de 15 et 25, on obtient un débit de 645 m³/s.

En hypothèse basse avec une pente de 0,005 et des coefficients K de 10 et 18, on obtient un débit de 325 m³/s.

L'hypothèse probable correspond à une pente de 0,006 avec des coefficients K de 13 et 20, soit une débit de 405 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

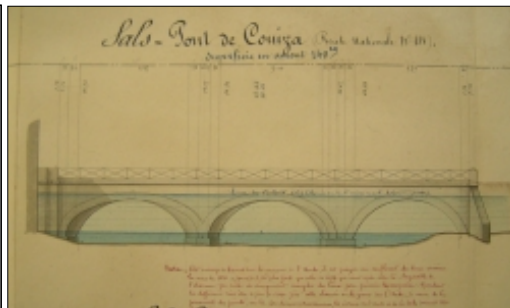
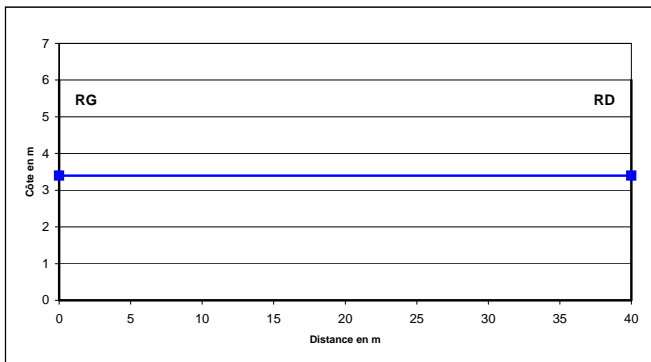
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	110	40	325 m³/s	6,2
Hypothèse haute:	110	40	645 m³/s	12,2
Hypothèse intermédiaire:	110	40	405 m³/s	7,7

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°5

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1872</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 33, 37, 222, 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z lit (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évoluer depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 3,4

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3,4
0	40	3,4

Commentaires:

La cote indiquée sur la référence 33 est de 4,65 m, à 7 m à l'aval du pont.

(La position de l'échelle est confirmée par les références 33 et 222).

Mais cette section nous semble trop proche du pont pour une estimation de débit fiable.

Nous avons donc considéré une section située à 15 m à l'aval du pont,

où la cote atteinte peut être estimée par comparaison avec d'autres crues historiques (1891 et 1930).

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,009

Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont,

figurant sur les plans de la référence 241 (datés de 1930).

Mais cette valeur est très locale, en moyenne la pente est de l'ordre de 0,005 à 0,006 d'après ces mêmes plans.

La pente actuelle, mesurée en août 2004, est de l'ordre de 0,004.

Une fourchette de pentes de 0,005 à 0,001 a été considérée pour l'estimation du débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,4

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 136,00  
 surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 136,00

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 15,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
 Rh = 2,78  
 V (m/s) = 3,75  
 Q (m³/s) = 509,63

En lit majeur, rive gauche:

K = 15,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 509,63

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,78

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La cote donnée par les lectures à l'échelle de Couiza est de 4,65 m (référence 33), soit une cote intermédiaire entre celles de 1930 (2,90 m, sur une échelle fixée au pont, peut être un peu moins à 7 m à l'aval du pont), et 1891 (de l'ordre de 6,00 m à la même échelle que la lecture effectuée en 1872).

Ces lectures sont effectuées à 7 m à l'aval du pont, section qui nous semble trop proche de l'ouvrage pour effectuer une estimation du débit (quel régime dans cette section?)

La section retenue pour l'estimation est donc située un peu plus à l'aval, 15 m à l'aval du pont très exactement. Dans cette section nous connaissons les côtes atteintes en 1891 (4,20m) et 1930 (2,46m).

La crue de 1872 devrait donc avoir atteint dans cette section une cote de l'ordre 3,3 à 3,5 m. La section est de forme très simple, sa largeur a été confirmée par le levé effectué en août 2004.

Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. La section est trop éloignée de l'ouvrage pour que le régime critique soit plausible.

La pente indiquée sur les plans de 1930 (réf 241) est de 0,009 à l'aval du pont, mais elle est plus proche en moyenne de 0,005 dans le secteur.

Une fourchette de pentes de 0,005 à 0,01 a donc été considérée. Le lit du dours d'eau étant très propre dans ce secteur, les coefficients K ont été choisis compris entre 18 et 25.

En hypothèse basse, avec cote de 3,3 m, une pente de 0,005 et K=18, on obtient un débit de 325 m³/s

En hypothèse haute, avec une cote de 3,5 m, une pente de 0,01, et K=25, on obtient un débit de 705 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une cote de 3,4 m, une pente de 0,009 et K=20, soit un débit de 510 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

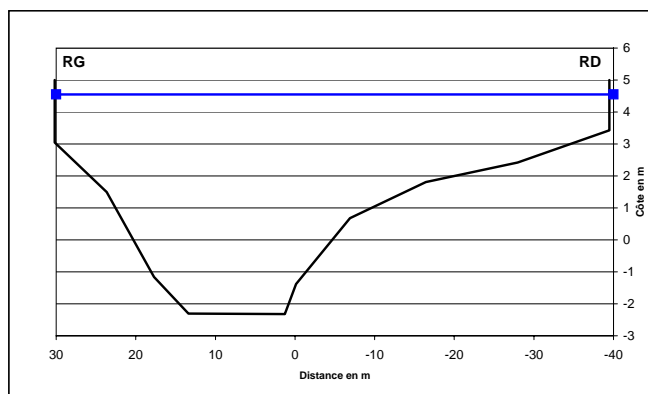
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	132		325 m³/s	6,17
Hypothèse haute:	140		705 m³/s	13,38
Hypothèse intermédiaire:	136		510 m³/s	9,68

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°6

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Moulin Lepeige</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>141 km²</b>

Références documentaires utilisées: 220 (situation des repères PHE), 232, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	-11,043	30,198	5
2	-11,043	30,198	3,046
3	-6,312	23,664	1,495
4	-6,231	17,706	-1,16
5	-4,767	13,397	-2,304
6	-0,422	1,272	-2,32
7	1,852	-0,118	-1,378
8	6,733	-6,913	0,683
9	11,307	-16,441	1,809
10	10,599	-27,97	2,419
11	10,112	-39,48	3,425
12	10,112	-39,48	5

Commentaires:

Profil issu d'un levé de terrain effectué en 2004.

## Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	-40	4,55
0	30	4,55

Commentaires:

Repère de crue, indiqué par la référence 220 (alt. NGF 232,49), et dont la cote a été levée en même temps que la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,007

E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
-112,989	-27,333	-1,113	
-96,2	-19,699	-1,365	-0,0150
-44,184	-3,173	-2,052	-0,0136
18,272	-4,798	-2,322	-0,0092
61,125	1,809	-2,343	-0,0071

Commentaires:

Mesures effectuées lors du levé de terrain en 2004. La pente est assez variable dans la zone, plus forte à l'amont de la section considérée, elle diminue de façon importante à l'aval.  
 Nous avons finalement retenu, pour les estimations de débit, une plage de pentes (0,005 - 0,01) encadrant de la valeur moyenne de 0,007.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 4,55

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 111,50  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 119,13  
 surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 40,98

Surface mouillée totale, en m²: 271,61

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 12,00  
 Rh = 2,59  
 V (m/s) = 1,90  
 Q (m³/s) = 211,30

En lit mineur:

K = 18,00  
 Rh = 3,96  
 V (m/s) = 3,77  
 Q (m³/s) = 448,93

En lit majeur, rive gauche:

K = 12,00  
 Rh = 2,73  
 V (m/s) = 1,96  
 Q (m³/s) = 80,41

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 740,64

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,38

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Cette estimation repose sur un levé de terrain effectué en 2004 et suppose donc que la section a peu varié au cours du temps dans le secteur.

Cette hypothèse est plausible puisque les plans de la référence 232, qui représentent des sections assez proches datant de 1849,

ne laissent pas apparaître de forte incohérence avec la section actuelle. De plus, le fond du lit est rocheux dans ce secteur.

Le niveau de la crue est donné par un repère et peut donc être considéré comme fiable.

La pente est plus difficile à évaluer car variable d'amont en aval. Nous avons retenu une fourchette allant de 0,005 à 0,01 pour les estimations de débit.

Il nous semble très peu plausible que le régime critique ait pu être atteint, en revanche l'hypothèse d'un régime uniforme semble assez raisonnable malgré la variation de pente du lit.

Les estimations de débit ont donc été réalisées par application de la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler sont très faibles à l'heure actuelle sur les rives et en lit majeur (végétation dense), mais on peut supposer qu'en 1891, étant donné la présence du moulin, les berges étaient mieux entretenues. (les plans de l'époque représentent d'ailleurs des murets sur les rives)

Nous avons considéré des fourchettes de K de 5 à 15 en lit majeur et de 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une pente de 0,005, et des coefficients de 5 en lit majeur et 15 en lit mineur, le débit est de 420 m³/s.

En hypothèse haute, avec une pente de 0,01, et des coefficients de 15 en lit majeur et 20 en lit mineur, le débit est de 1030 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à une pente de 0,007 et des coefficients de 12 en lit majeur, et 18 en lit mineur, soit 740 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

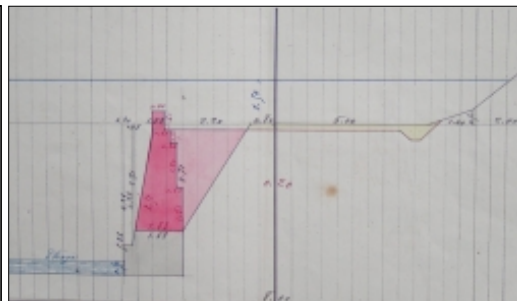
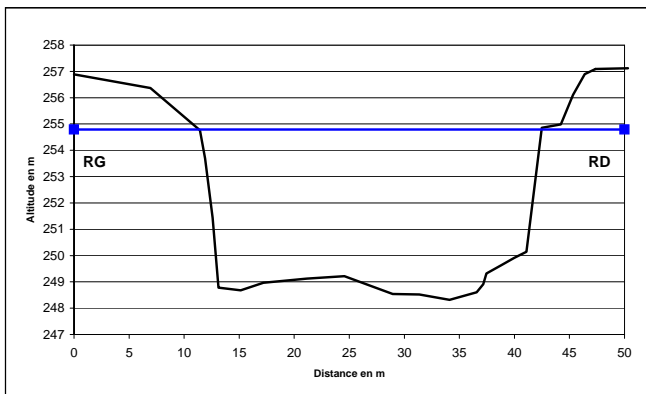
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	120	150	420 m³/s	8,01
Hypothèse haute:	120	150	1030 m³/s	19,65
Hypothèse intermédiaire:	120	150	740 m³/s	14,12

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°7

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Cassaignes</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>131 km²</b>

Références documentaires utilisées: 246 (côte HE), 211 et 212 (descriptif station)

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



(profil de la référence 246, indiquant la cote de la crue)

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	256,89
2	0	6,93	256,37
3	0	11,43	254,76
4	0	11,91	253,7
5	0	12,59	251,43
6	0	13,13	248,78
7	0	15,14	248,68
8	0	17,19	248,97
9	0	21,15	249,12
10	0	24,55	249,22
11	0	26,42	248,93
12	0	28,95	248,54
13	0	31,35	248,52
14	0	34,12	248,32
15	0	36,58	248,6
16	0	37,16	248,91
17	0	37,46	249,32
18	0	38,8	249,63
19	0	39,98	249,91
20	0	41,1	250,14
21	0	42,49	254,86
22	0	44,22	254,99
23	0	45,32	256,11
24	0	46,39	256,9
25	0	47,37	257,09
26	0	50,32	257,12

Commentaires:

Section levée au niveau de la station limnimétrique après la crue de 1992 (référence 211).

## Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	254,79
0	0	50	254,79

Commentaires:

Côte de crue indiquée par la référence 246 sur des profils (incomplets) situés à 100 mètres en amont de la section considérée. Cette côte est par conséquent très incertaine.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015

Commentaires:

Pente issue du levé de terrain effectué en 2004.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 254,79

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
 surface mouillée en lit mineur, en m²: 171,71  
 surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 171,71

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 0,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 16,00  
 Rh = 4,69  
 V (m/s) = 5,49  
 Q (m³/s) = 943,33

En lit majeur, rive gauche:

K = 0,00  
 Rh = 0,00  
 V (m/s) = 0,00  
 Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 943,33

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,99

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Cette estimation est issue d'un profil (incomplet) indiquant la côte PHE dans une section située à environ 100 m à l'amont de l'actuelle station.

Un profil beaucoup plus proche de la station existe mais la côte correspondante ne nous paraît pas du tout réaliste.

Le profil donnant la côte est incomplet et nous avons donc repris la section actuelle au niveau de la station, en y incluant la côte PHE issue du profil d'archives.

Cette côte est d'environ 6,50 m mais est évidemment très incertaine étant donné la distance entre le profil donnant la côte et la station (100 m environ).

Nous avons donc considéré une plage de côtes allant de 4,5 à 7 m. La pente est la pente moyenne actuelle du lit dans la zone considérée, elle a probablement assez peu varié dans le temps.

Il est très peu probable que le régime critique ait pu être atteint dans cette section. L'hypothèse d'un régime uniforme en revanche est très réaliste.

Nous avons donc réalisé les estimations de débit en appliquant la formule de Manning Strickler. Les valeurs du coefficient de Strickler K retenues vont de 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une côte de 4,5 m et un coefficient K de 15, on obtient un débit de 470 m³/s

En hypothèse haute, avec une côte de 7 m et un coefficient K de 20 (vitesse limitée à 6 m/s), on obtient un débit de 1130 m³/s

Le débit probable correspond à une côte de 6,50 m, avec un coefficient K de 16, soit 940 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	112	0	470 m³/s	9,51
Hypothèse haute:	189	0	1130 m³/s	22,87
Hypothèse intermédiaire:	172	0	940 m³/s	19,02



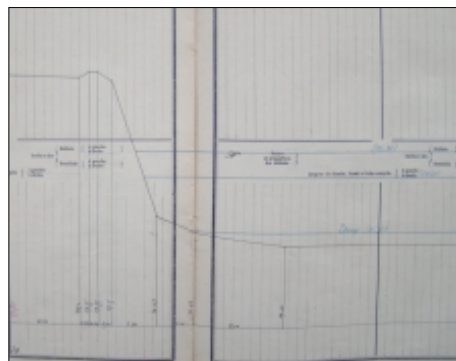
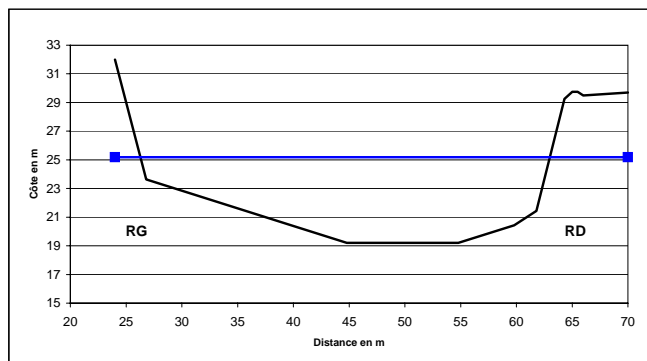
## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°8

Cours d'eau: **La Salz**  
Date de la crue: **1891**

Localisation de la section: **Coustaussa**  
Surface drainée: **135 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 247 (côte PHE et section)

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	24	32
2	0	26,8	23,628
3	0	39,8	20,43
4	0	44,8	19,2
5	0	54,8	19,2
6	0	59,8	20,43
7	0	61,8	21,43
8	0	64,3	29,25
9	0	65	29,75
10	0	65,5	29,75
11	0	66	29,5
12	0	70	29,7

## Commentaires:

Section figurant, de façon incomplète, sur un plan de la référence 247.  
Elle a été complétée grossièrement en évaluant la largeur du lit dans la zone, d'après un tracé en plan figurant sur les mêmes plans que la section.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 25,18

E (m)	N (m)	Z (m)
0	24	25,18
0	70	25,18

## Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 247 donnant la section.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,012

## Commentaires:

Importante différence entre la pente de la ligne d'eau (3%) et celle du lit (1%), toutes deux indiquées sur les plans de la référence 247 donnant la section.  
Une pente de 0,03 aboutit à des valeurs de vitesse qui nous semblent peu réalistes (jusqu'à 8,5 m/s avec K=20)  
Une pente de 0,01 à 0,015 a donc été retenue pour l'application de Manning Strickler, et aboutit déjà à des valeurs de vitesse élevées en lit mineur:  
de 3,64 m/s avec K=15 et I=0,01 à près de 6 m/s avec K=20 et I=0,015.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 25,18

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 13,19  
surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 113,45  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 43,14

**Surface mouillée totale en m<sup>2</sup>: 169,77**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 10,00  
Rh = 2,64  
V (m/s) = 2,09  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 27,58

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 3,78  
V (m/s) = 4,79  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 542,99

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 2,27  
V (m/s) = 1,89  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 81,62

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 652,19

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,66

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée ici se situe en contrebas de la route dans la commune de Coustaussa. La section n'est donnée que partiellement par les plans de la référence 247. Elle a été complétée grossièrement en évaluant la largeur du lit d'après un tracé en plan figurant sur les mêmes plans. Elle n'a pas pu être confirmée par un levé de terrain. L'estimation réalisée ici doit donc être considérée comme très incertaine.

La forme de la section est simple, la pente est donnée par les plans qui fournissent à la fois la pente de la ligne d'eau (importante, de l'ordre de 3%) et celle du terrain naturel (environ 1,0 %). Cette grande différence de pente amène à penser que le régime n'est pas uniforme ... Nous avons tout de même fait le choix d'appliquer la formule de Manning Strickler. Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint.

L'application de la formule de Manning Strickler avec une pente de 3% aboutit à des valeurs de vitesses beaucoup trop élevées (de 6,3 à 8,5 m/s en lit mineur, soit plus que la vitesse critique!)

Nous avons donc retenu une pente du lit de 1% à 1,5%, qui donne des vitesses plus réalistes, allant tout de même jusqu'à 6 m/s.

Les coefficients de Manning Strickler ne sont probablement pas uniformes dans la section. En effet on peut distinguer dans les sections de ce type la zone d'écoulement habituelle, sans végétation, et une végétation composée pour l'essentiel d'arbres (à l'heure actuelle) dans le reste de la section.

La distinction lit mineur - lit majeur s'impose donc malgré la forme simple de la section. Les fourchettes de coefficients retenues sont de 15 à 20 en lit mineur et de 5 à 15 en lit majeur.

En hypothèse basse, avec une pente de 1%, et des coefficients K de 5 et 15, le débit est de 460 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse haute, avec une pente de 1,5%, et des coefficients K de 15 et 20, le débit est de 860 m<sup>3</sup>/s

Le débit probable correspond à une pente de 1,2 %, des K de 10 et 18, soit un débit de 650 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

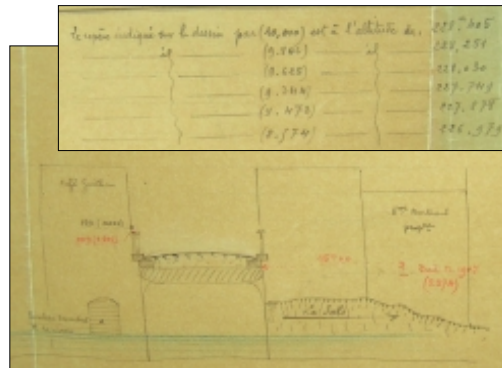
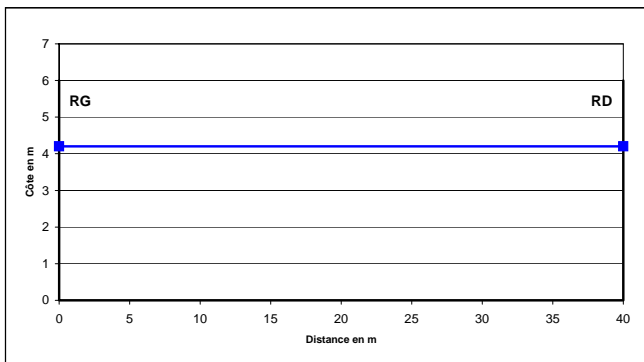
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	113	46	460 m <sup>3</sup> /s	9,09
Hypothèse haute:	113	46	860 m <sup>3</sup> /s	16,99
Hypothèse intermédiaire:	113	46	650 m <sup>3</sup> /s	12,84

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°9

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1891</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z lit (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évolué depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 4,2

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	4,2
	0	40	4,2

Commentaires:

La cote est donnée par la référence 241 par la mention suivante '4,20 m en rive gauche à l'aval du pont'. Cette cote semble très cohérente avec la cote de la crue de 1907, connue dans la section considérée.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,009

Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont, figurant sur des plans de 1930 tirés de la référence 241. Etant donné la différence avec la pente actuelle (de l'ordre de 0,004), une plage de pentes allant de 0,005 à 0,01 a été considérée pour les estimations de débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4,2

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 168,00  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 168,00

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

$K = 15,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 0,00$

En lit mineur:

$K = 20,00$   
 $R_h = 3,50$   
 $V \text{ (m/s)} = 4,37$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 734,81$

En lit majeur, rive gauche:

$K = 15,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V \text{ (m/s)} = 0,00$   
 $Q \text{ (m³/s)} = 0,00$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 734,81

Calcul de la vitesse critique:  $V \text{ (m/s)} = 6,42$ 

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section étudiée ici se situe à 15 m à l'aval du pont de la RD118, dans la traversée de Couiza.

Dans ce secteur la section a une forme rectangulaire très simple, en revanche la proximité du pont sur la Salz représente une difficulté pour l'estimation du débit.

La cote de la crue de 1891 est donnée par la référence 241 au niveau du pont, et également au niveau de la section considérée.

Cette référence indique que le niveau aurait atteint, en rive gauche au niveau de la face amont du pont, une cote de 228,405 m et qu'en ce même endroit la crue de 1907 aurait atteint la cote de 228,251 m, soit une différence de 15 cm environ entre les deux crues.

Au niveau de la section située 15 m à l'aval du pont, et qui nous intéresse pour cette estimation, le référence 241 indique une cote de 226,979 m pour la crue de 1907.

Le niveau du fond du lit dans la section est situé, d'après des plans de 1930 tirés de la même référence 241, à une cote de 222,99 m. La cote atteinte par la crue de 1907 serait donc de 4 m, contre 4,20 m en 1891 (niveau indiqué, 'à l'aval du pont en rive gauche', par la référence 241 (rapport de 1930), et confirmée par un repère de crue encore présent).

Tout ceci est très cohérent. Nous avons donc retenu la cote de 4,20 m pour la crue de 1891.

La pente est issue des plans de 1930, qui indiquent une pente du fond de 0,009 à l'aval de la section considérée.

Nous avons considéré une fourchette de pentes comprise entre 0,005 et 0,01 pour l'obtention des bornes inférieures et supérieures de débit.

Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. La section est trop éloignée de l'ouvrage pour que le régime critique soit plausible.

Le coefficient de Strickler est élevé dans cette section très propre. Nous l'avons considéré compris entre 18 et 25.

En hypothèse basse, avec  $K=18$ , et une pente de 0,005, nous obtenons un débit de 490 m³/s

En hypothèse haute, avec  $K=25$ , et une pente de 0,01, nous obtenons un débit de 970 m³/s

Finalement le débit probable est obtenu avec  $K=20$ , et une pente de 0,009, soit 735 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

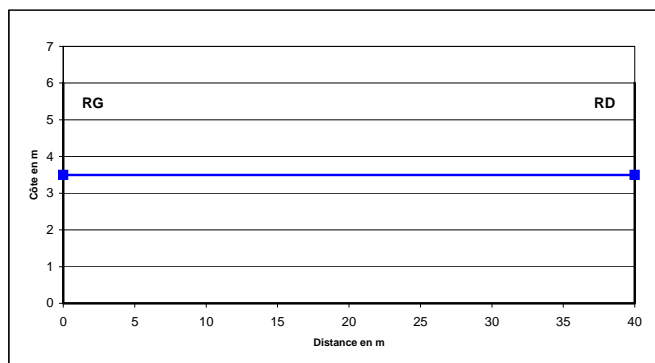
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	168		490 m³/s	9,30
Hypothèse haute:	168		970 m³/s	18,41
Hypothèse intermédiaire:	168		735 m³/s	13,95

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°10

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1892</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 33, 146, 228, 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

## Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évolué depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 3,5

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3,5
0	40	3,5

## Commentaires:

La cote est déduite de la différence des côtes lues à l'échelle entre la crue de 1891 et celle de 1892. Dans la section considérée seule la cote de 1891 est connue. L'échelle était située 8 mètres en amont.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,009

## Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont, figurant sur des plans de 1930 tirés de la référence 241. Etant donné la différence avec la pente actuelle (de l'ordre de 0,004), une plage de pentes allant de 0,005 à 0,01 a été considérée pour les estimations de débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,5

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 140,00  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 140,00

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 3,04  
V (m/s) = 3,98  
Q (m³/s) = 557,86

En lit majeur, rive gauche:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 557,86

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,86

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section étudiée ici se situe à 15 m à l'aval du pont de la RN118, dans la traversée de Couiza.

Dans ce secteur la section a une forme rectangulaire très simple, en revanche la proximité du pont sur la Salz représente une difficulté pour l'estimation du débit.

La cote donnée par la référence 33 (rapport de 1897) est de 5,05 m à l'échelle du pont de la Salz, située en rive gauche à 7 m à l'aval du pont. À cette même échelle, la cote de la crue de 1891 est de 6,10 m (référence 33, 5,90 m d'après la référence 146).

Enfin, dans la section qui nous intéresse, située 15 mètres environ à l'aval du pont, la crue de 1891 aurait atteint la cote de 4,20 m d'après la référence 241.

En cette section il est difficile de déterminer avec exactitude la cote de la crue de 1892, mais on peut la considérer comprise entre 3,30 m et 3,60 m.

La pente est issue de plans de 1930, qui indiquent une pente du fond de 0,009 à l'aval de la section considérée.

Nous avons considéré une plage de pentes comprise entre 0,005 et 0,01 pour l'obtention des bornes inférieures et supérieures de débit.

Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. La section est trop éloignée de l'ouvrage pour que le régime critique soit plausible.

Le coefficient de Manning Strickler est élevé dans cette section très propre. Nous l'avons considéré compris entre 18 et 25.

En hypothèse basse, avec K=18, une pente de 0,005, et une cote de 3,30 m nous obtenons un débit de 340 m³/s

En hypothèse haute, avec K=25, une pente de 0,01 et une cote de 3,6 m, nous obtenons un débit de 770 m³/s

Finalement le débit probable est obtenu avec K=20, une pente de 0,009 et une cote de 3,5 m, soit 560 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

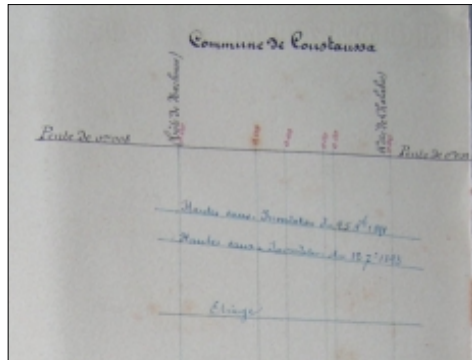
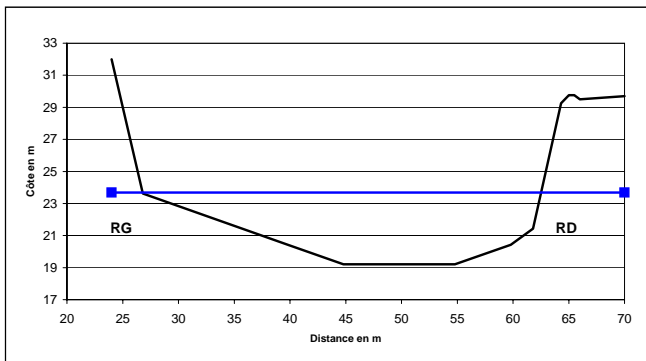
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0.8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	132		340 m³/s	6,45
Hypothèse haute:	144		770 m³/s	14,61
Hypothèse intermédiaire:	140		560 m³/s	10,63

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°11

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Coustaussa</b>
Date de la crue: <b>1893</b>	Surface drainée: <b>135 km²</b>

Références documentaires utilisées: 247 (côte HE et section)

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	24	32
2	0	26,8	23,628
3	0	39,8	20,43
4	0	44,8	19,2
5	0	54,8	19,2
6	0	59,8	20,43
7	0	61,8	21,43
8	0	64,3	29,25
9	0	65	29,75
10	0	65,5	29,75
11	0	66	29,5
12	0	70	29,7

#### Commentaires:

Section figurant, de façon incomplète, sur un plan de la référence 247.  
Elle a été complétée grossièrement en évaluant la largeur du lit dans la zone, d'après un tracé en plan figurant sur les mêmes plans que la section.

#### Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 23,68

E (m)	N (m)	Z (m)
0	24	23,68
0	70	23,68

#### Commentaires:

Côte indiquée sur les plans de la référence 247 donnant la section.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,010

#### Commentaires:

Importante différence entre la pente de la ligne d'eau (3%) et celle du lit (1%), toutes deux indiquées sur les plans de la référence 247 donnant la section.  
Une pente de 0,03 aboutit à des valeurs de vitesse qui nous semblent peu réalistes (jusqu'à 7,5 m/s avec K=20).  
La pente de 0,01 a donc été retenue pour l'application de Manning Strickler, et aboutit déjà à des valeurs de vitesse élevées en lit mineur: 3,26 m/s avec K=15 et 4,35 m/s avec K=20.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 23,68  
surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 8,31  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 83,45  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 21,54

**Surface mouillée totale en m²: 113,30**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 10,00  
Rh = 2,38  
V (m/s) = 1,78  
Q (m³/s) = 14,80

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 3,21  
V (m/s) = 3,92  
Q (m³/s) = 326,84

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 1,27  
V (m/s) = 1,17  
Q (m³/s) = 25,21

**Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 366,85**

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,63

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section utilisée ici se situe en contrebas de la route dans la commune de Coustaussa. La section n'est donnée que partiellement par les plans de la référence 247.

Elle a été complétée grossièrement en évaluant la largeur du lit d'après un tracé en plan, et n'a pas pu être confirmée par un levé de terrain.

L'estimation réalisée ici doit donc être considérée comme très incertaine.

La forme de la section est simple, la pente est donnée par les plans qui fournissent à la fois la pente de la ligne d'eau (importante, de l'ordre de 3%)

et celle du terrain naturel (environ 1,0 %). Cette grande différence de pente amène à penser que le régime n'est pas uniforme ...

Nous avons tout de même fait le choix d'appliquer la formule de Manning Strickler. Il est très peu probable que le régime critique ait été atteint.

L'application de la formule de Manning Strickler avec une pente de 3% aboutit à des valeurs de vitesses beaucoup trop élevées (de 5,5 à 7,5 m/s en lit mineur, soit plus que la vitesse critique!)

Nous avons donc retenu la pente du lit de 1%, qui donne des vitesses plus réalistes

Les coefficients de Strickler ne sont probablement pas uniformes dans la section. En effet on peut distinguer dans les sections de ce type la zone d'écoulement habituelle

sans végétation, et une végétation composée pour l'essentiel d'arbres (à l'heure actuelle) dans le reste de la section.

La distinction lit mineur - lit majeur s'impose donc malgré la forme simple de la section. Les plages de coefficients de Strickler retenues sont de 15 à 20 en lit mineur et de 5 à 15 en lit majeur.

En hypothèse basse, avec des coefficients K de 5 et 15, le débit est de 290 m³/s

En hypothèse haute, avec des coefficients K de 15 et 20, le débit est de 425 m³/s

Le débit probable correspond à des K de 10 et 18, soit un débit de 365 m³/s

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

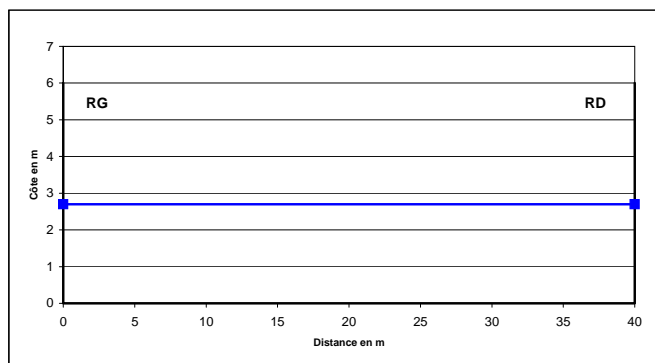
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	83	30	<b>290 m³/s</b>	<b>5,73</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	83	30	<b>425 m³/s</b>	<b>8,40</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	83	30	<b>365 m³/s</b>	<b>7,21</b>

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°12

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1898</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 33, 37, 222, 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

## Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évolué depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 2,7

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	0	2,7
0	0	40	2,7

## Commentaires:

La cote de 3,1 m est indiquée par la référence 37, à l'échelle située à 7 m à l'aval du pont. La position de l'échelle est confirmée par les références 33 et 222. Le zéro de l'échelle est proche du fond du lit, d'après le niveau de la crue de 1872 (4,65 m à l'échelle), indiqué sur les plans des références 222 et 241. Mais cette section nous semble trop proche du pont pour une estimation de débit fiable. Nous avons donc considéré une section située à 15 m à l'aval du pont, où la cote atteinte peut être estimée par comparaison avec les crues de 1930 et 1891.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,009

## Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont, figurant sur les plans de la référence 241 (datés de 1930). Mais cette valeur est très locale, en moyenne la pente est de l'ordre de 0,005 à 0,006 d'après ces mêmes plans. La pente actuelle, mesurée en août 2004, est de l'ordre de 0,004. Une fourchette de 0,005 à 0,01 a été retenue pour l'estimation du débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,7

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 108,00  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 108,00

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 2,35  
V (m/s) = 3,35  
Q (m³/s) = 361,98

En lit majeur, rive gauche:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 361,98

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,15

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La cote donnée par les lectures à l'échelle de Couiza est de 3,1 m (référence 33), soit une cote assez proche de celle de 1930 (2,90 m, sur une échelle fixée au pont, peut être un peu moins à 7 m à l'aval du pont). En 1898 la cote a été lue sur l'échelle située à 7 m à l'aval du pont, section qui nous semble trop proche de l'ouvrage pour effectuer une estimation du débit. La section retenue pour l'estimation est située 15 m à l'aval du pont. Dans cette section nous connaissons les côtes atteintes en 1891 (4,20m) et 1930 (2,46m). La crue de 1898 devrait donc avoir atteint dans cette section un peu supérieure à celle de 1930, que nous évaluons entre 2,60 m et 2,80 m. La section est de forme très simple, sa largeur a été confirmée par le levé effectué en août 2004. Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. Il semble très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section. La pente indiquée sur les plans de 1930 (réf 241) est de 0,009 à l'aval immédiat du pont, mais elle est plus proche en moyenne de 0,005, et une plage de pentes de 0,005 à 0,01 a donc été considérée. Le lit du cours d'eau étant très propre dans ce secteur, les coefficients K ont été choisis compris entre 18 et 25. En hypothèse basse, avec cote de 2,6 m, une pente de 0,005 et K=18, on obtient un débit de 230 m³/s. En hypothèse haute, avec cote de 2,8 m, une pente de 0,01, et K=25, on obtient un débit de 505 m³/s. L'hypothèse probable correspond à une cote de 2,7 m, une pente de 0,009 et K=21, soit un débit de 360 m³/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

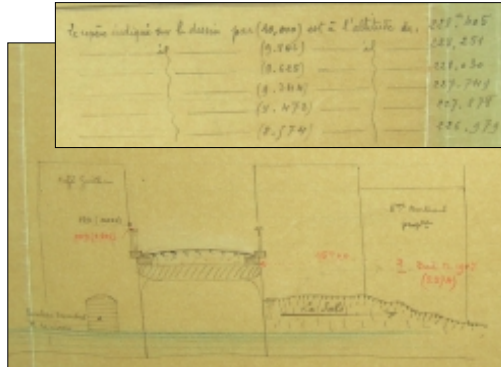
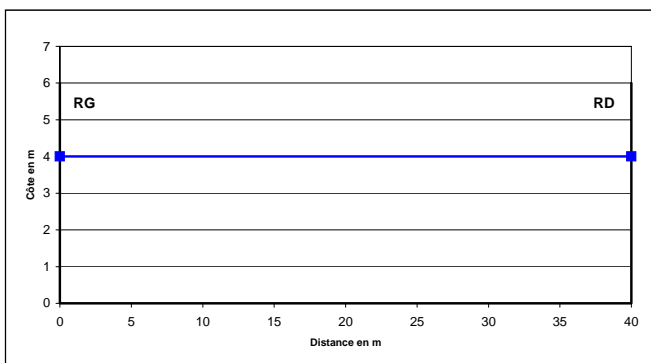
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	104		230 m³/s	4,36
Hypothèse haute:	112		505 m³/s	9,58
Hypothèse intermédiaire:	108		360 m³/s	6,83

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°13

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1907</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z lit (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évolué depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue Cote retenue, en m: 4

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	4
	0	40	4

Commentaires:

La cote est de 226,979 m, d'après un plan de la référence 241, à 15 m à l'aval du pont.  
Dans cette même section un plan de 1930 (visiblement exprimé dans le même référentiel, plan également tiré de la référence 241), indique la cote du fond du lit: 222,99 m.

## Pente de la ligne d'eau Pente retenue: 0,009

Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont, figurant sur les plans de la référence 241 (plans de 1930).  
Mais cette valeur est très locale, en moyenne la pente est de l'ordre de 0,005 à 0,006 d'après ces mêmes plans.  
La pente actuelle, mesurée en août 2004, est de l'ordre de 0,004.  
Une plage de pentes de 0,005 à 0,01 a été considérée pour les estimations de débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 4

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 160,00  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 160,00

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

$K = 15,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V (m/s) = 0,00$   
 $Q (m³/s) = 0,00$

En lit mineur:

$K = 20,00$   
 $R_h = 3,33$   
 $V (m/s) = 4,23$   
 $Q (m³/s) = 677,42$

En lit majeur, rive gauche:

$K = 15,00$   
 $R_h = 0,00$   
 $V (m/s) = 0,00$   
 $Q (m³/s) = 0,00$

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 677,42

## Calcul de la vitesse critique:

 $V(m/s) = 6,26$ 

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section étudiée ici se situe à 15 m à l'aval du pont de la RN118, dans la traversée de Couiza.

Dans ce secteur la section a une forme rectangulaire très simple, en revanche la proximité du pont sur la Salz représente une difficulté pour l'estimation du débit.

La largeur de cette section a été confirmée par le levé effectué en août 2004.

La cote de la crue est donnée par des plans de la référence 241, au niveau du pont, et également au niveau de la section considérée.

Ce document indique que la crue de 1907 aurait atteint, en rive gauche au niveau de la face amont du pont, une cote de 228,251 m et qu'en ce même endroit la crue de 1891 aurait atteint la cote de 228,405 m, soit une différence de 15 cm environ.

Au niveau de la section située 15 m à l'aval du pont, et qui nous intéresse pour cette estimation, le même plan indique une cote de 226,979 m pour la crue de 1907, soit un niveau de 4m environ au dessus du fond du lit. Dans cette même section, le niveau atteint aurait été de 4,20 m en 1891 (cote indiquée dans un rapport de 1930).

Tout ceci est très cohérent. Nous avons donc retenu la cote de 4 m pour la crue de 1907.

Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. Il semble très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section.

La pente indiquée sur les plans de 1930 (réf 241) est de 0,009 à l'aval immédiat du pont, mais elle est plus proche en moyenne de 0,005, et une plage de pentes de 0,005 à 0,01 a donc été considérée.

Le lit du cours d'eau étant très propre dans ce secteur, les coefficients K ont été choisis compris entre 18 et 25.

En hypothèse basse, avec une pente de 0,005 et K=18, le débit est de 450 m³/s.

En hypothèse haute, avec une pente de 0,01 et K=25, le débit est de 890 m³/s.

L'hypothèse probable correspond à une pente de 0,009 et K=20, soit un débit de 680 m³/s.

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

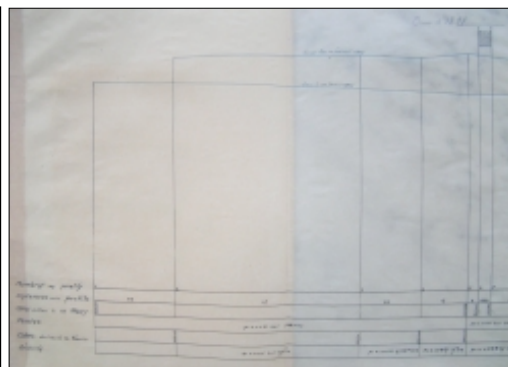
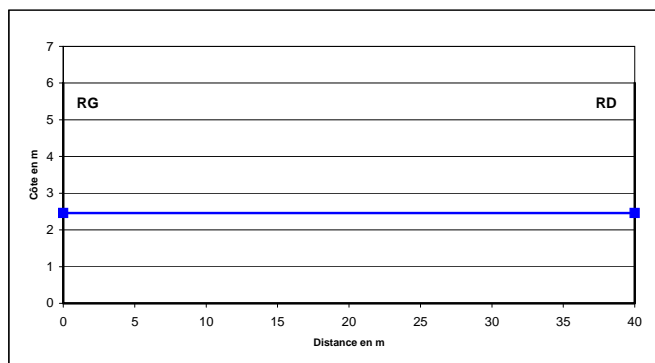
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique $Q/S^{0,8}$
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	160		450 m³/s	8,54
Hypothèse haute:	160		890 m³/s	16,89
Hypothèse intermédiaire:	160		680 m³/s	12,90

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°14

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - 15 m en aval du Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1930</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 241, 217

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	0	6
2	0	0	0
3	0	40	0
4	0	40	6

## Commentaires:

La section n'est pas connue avec exactitude mais a une forme très simple qui ne semble pas avoir pu fortement évolué depuis la crue. La largeur a été confirmée par un levé de terrain en 2004.

## Levé des côtes de la crue

Cote retenue, en m: 2,46

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,46
0	40	2,46

## Commentaires:

La cote de 2,46 m est donnée par les plans de la référence 241, à 15 m à l'aval du pont.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,009

## Commentaires:

La valeur de 0,009 correspond à la pente du lit à l'aval du pont, figurant sur les plans de la référence 241 (plans de 1930). Mais cette valeur est très locale, en moyenne la pente est de l'ordre de 0,005 à 0,006 d'après ces mêmes plans. La pente actuelle, mesurée en août 2004, est de l'ordre de 0,004. Une plage de pentes de 0,005 à 0,01 a été considérée pour les estimations de débit.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,46

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 98,40  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surface mouillée totale, en m²: 98,40

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur, rive droite:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 20,00  
Rh = 2,09  
V (m/s) = 3,11  
Q (m³/s) = 305,55

En lit majeur, rive gauche:

K = 15,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m³/s) = 0,00

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 305,55

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 4,91

## ÉTUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section étudiée ici se situe à 15 m à l'aval du pont de la RN118, dans la traversée de Couiza.

Dans ce secteur la section a une forme rectangulaire très simple, en revanche la proximité du pont sur la Salz représente une difficulté pour l'estimation du débit.

La largeur de cette section a été confirmée par le levé effectué en août 2004.

La cote de la ligne d'eau a été relevée en plusieurs points, et reportée sur des plans de la référence 241, datés de 1930.

La crue est également décrite dans un rapport joint à ces plans, qui indique une cote de 2,9 m (lue à l'échelle, cote confirmée par la référence 217)

au niveau du pont pour une section de 70 m² environ; à 15 m à l'aval du pont ce même rapport indique une cote de 2,46 m pour une section de 110 m².

En utilisant la cote de 2,46 m nous obtenons une section de 100 m², un peu plus faible que celle indiquée dans le rapport.

Pour le calcul de la borne supérieure de débit, nous avons retenu cette section de 110 m², qui correspond à une cote supérieure de 25 cm environ à celle indiquée dans le rapport.

Le profil en long de la ligne d'eau a été relevé pour cette crue, et il laisse apparaître un pente de 2,2 % entre l'amont et l'aval du pont.

En supposant que l'on se situe en dehors de la zone d'influence du pont, après un éventuel ressaut, la pente de la ligne d'eau au niveau de la section considérée est probablement bien plus faible. Nous avons la pente du fond du lit mesurée à l'aval du pont, le 14 mars 1930, soit 0,009.

De plus nous avons considéré une plage de pentes comprise entre 0,005 et 0,01 pour l'obtention des bornes inférieures et supérieures de débit.

Nous avons considéré que la formule de Manning Strickler pouvait s'appliquer, malgré la proximité de l'ouvrage. Il semble très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section.

Le coefficient de Manning Strickler est élevé dans cette section très propre. Nous l'avons considéré compris entre 18 et 25.

En hypothèse basse, avec une cote de 2,46 m, K=18, et une pente de 0,005, nous obtenons un débit de 205 m³/s

En hypothèse haute, avec une cote de 2,71 m, K=25, et une pente de 0,01, nous obtenons un débit de 475 m³/s

Finalement le débit probable est obtenu avec une cote de 2,46 m, K=20, et une pente de 0,009, soit 305 m³/s.

Cette valeur correspond assez bien à l'estimation réalisée à l'époque.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	100		205 m³/s	3,89
Hypothèse haute:	110		475 m³/s	9,01
Hypothèse intermédiaire:	100		305 m³/s	5,79

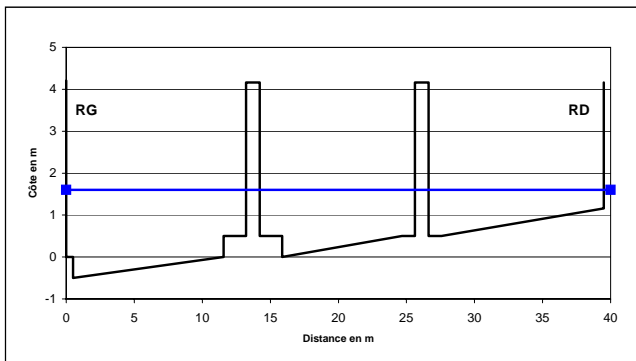


## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°15

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1937</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)	
0	0	1,599	
0	40	1,599	

## Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 2,00 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, considérée comme plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 1,599

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 10,22  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 14,73  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 23,08

Surface mouillée totale, en m²: 48,03

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
Rh = 0,72  
V (m/s) = 1,27  
Q (m³/s) = 12,98

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
Rh = 1,08  
V (m/s) = 1,66  
Q (m³/s) = 24,44

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
Rh = 1,42  
V (m/s) = 2,00  
Q (m³/s) = 46,21

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 83,63

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 4,43

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par la référence 241 qui date de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 25 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode considérée comme la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique également, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 1,5 et 3 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 1,5 m/s, on obtient un débit de 72 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 144 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 2 m/s, soit un débit de 100 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	48		72 m³/s	1,37
Hypothèse haute:	48		144 m³/s	2,73
Hypothèse intermédiaire:	48		100 m³/s	1,90



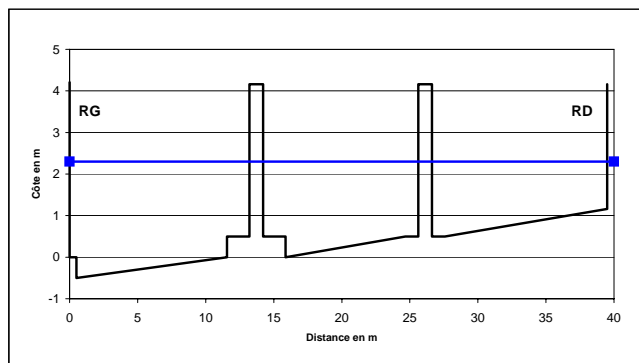
## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°16

Cours d'eau: **La Salz**  
Date de la crue: **1939**

Localisation de la section: **Couiza - Pont de la RD 118**  
Surface drainée: **142 km²**

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,7	Zéro de l'échelle(1): -0,64
		Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,299
0	40	2,299

Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 2,70 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2). C'est cette deuxième solution, considérée comme plus fiable, qui a été retenue.

**Pente de la ligne d'eau** Pente retenue: 0,004

Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,299

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 19,23  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 22,71  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 32,34

Surface mouillée totale, en m²: **74,28**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
Rh = 1,23  
V (m/s) = 1,82  
Q (m³/s) = 34,97

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
Rh = 1,50  
V (m/s) = 2,08  
Q (m³/s) = 47,13

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
Rh = 1,84  
V (m/s) = 2,37  
Q (m³/s) = 76,70

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 158,81

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,15

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode considérée comme la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 150 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 300 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 225 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

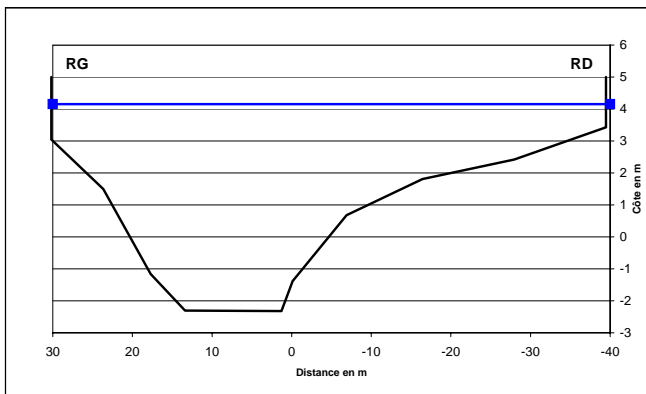
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	75	150 m³/s	2,85
Hypothèse haute:	75	300 m³/s	5,69
Hypothèse intermédiaire:	75	225 m³/s	4,27

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°17

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Moulin Lepeige</b>
Date de la crue: <b>1940</b>	Surface drainée: <b>141 km²</b>

Références documentaires utilisées: 220 (situation des repères PHE), 232, levé de terrain

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	-11,043	30,198	5
2	-11,043	30,198	3,046
3	-6,312	23,664	1,495
4	-6,231	17,706	-1,16
5	-4,767	13,397	-2,304
6	-0,422	1,272	-2,32
7	1,852	-0,118	-1,378
8	6,733	-6,913	0,683
9	11,307	-16,441	1,809
10	10,599	-27,97	2,419
11	10,112	-39,48	3,425
12	10,112	-39,48	5

Commentaires:

Profil issu d'un levé de terrain effectué en 2004.

#### Levé des côtes de la crue

E (m)	N (m)	Z (m)
0	-40	4,15
0	30	4,15

Commentaires:

Repère de crue, dont la présence a été indiquée par la référence 220, et dont le niveau a été levé sur le terrain en même temps que la section.

#### Pente de la ligne d'eau

E (m)	N (m)	Z (m)	Pente l
-112,989	-27,333	-1,113	
-96,2	-19,699	-1,365	-0,0150
-44,184	-3,173	-2,052	-0,0136
18,272	-4,798	-2,322	-0,0092
61,125	1,809	-2,343	-0,0071

Commentaires:

Mesures effectuées lors du levé de terrain en 2004. La pente est assez variable dans la zone, plus forte à l'amont de la section considérée, elle diminue de façon importante à l'aval. Nous avons finalement retenu, pour les estimations de débit, une plage de pentes (0,005 - 0,01) encadrant de la valeur moyenne de 0,007.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 4,15

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 95,99  
surface mouillée en lit mineur, en m²: 112,11  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 36,06

**Surface mouillée totale, en m²: 244,16**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 12,00  
Rh = 2,23  
V (m/s) = 1,71  
Q (m³/s) = 164,63

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 3,83  
V (m/s) = 3,68  
Q (m³/s) = 412,94

En lit majeur, rive gauche:

K = 12,00  
Rh = 2,40  
V (m/s) = 1,80  
Q (m³/s) = 64,96

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 642,53

#### Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,38

### ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Cette estimation repose sur un levé de terrain effectué en 2004 et suppose donc que la section a peu varié au cours du temps dans le secteur.

Cette hypothèse est plausible puisque les plans de la référence 232, qui datent de 1849 et représentent des sections assez proches, ne laissent pas apparaître de forte incohérences avec la section actuelle. De plus, le fond du lit est rocheux dans ce secteur.

Le niveau de la crue est donné par un repère et peut donc être considéré comme fiable.

La pente est plus difficile à évaluer car variable d'amont en aval. Nous avons retenu une fourchette allant de 0,005 à 0,01 pour les estimations de débit.

Il nous semble très peu plausible que le régime critique ait pu être atteint, en revanche l'hypothèse d'un régime uniforme semble assez raisonnable malgré la variation de pente du lit.

Les estimations de débit ont donc été réalisées par application de la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler sont très faibles à l'heure actuelle sur les rives et en lit majeur (végétation dense), mais on peut supposer qu'en 1940, étant donné la présence du moulin, toujours en activité, les berges étaient mieux entretenues (présence d'un bassin à l'amont du moulin, et de murets sur les rives, d'après les plans de 1849).

Nous avons considéré une plage de valeurs possibles de K allant de 5 à 15 en lit majeur et de 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une pente de 0,005, et des coefficients de 5 en lit majeur et 15 en lit mineur, le débit est de 370 m³/s.

En hypothèse haute, avec une pente de 0,01, et des coefficients de 15 en lit majeur et 20 en lit mineur, le débit est de 890 m³/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à une pente de 0,007 et des coefficients de 12 en lit majeur, et 18 en lit mineur, soit 640 m³/s.

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	112	132	370 m³/s	7,06
Hypothèse haute:	112	132	890 m³/s	16,98
Hypothèse intermédiaire:	112	132	640 m³/s	12,21

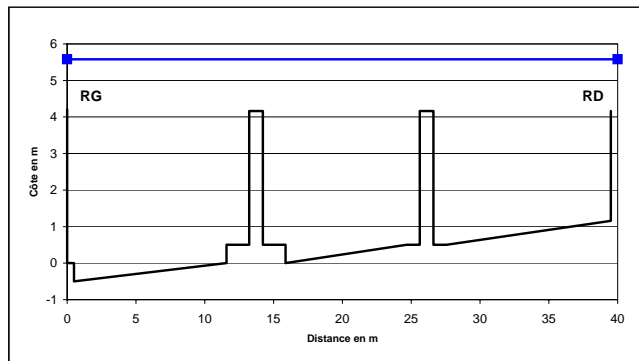
## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°18

Cours d'eau: **La Salz**  
Date de la crue: **1940**

Localisation de la section: **Couiza - Pont de la RD 118**  
Surface drainée: **142 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 10, 33, 39, 220, 228, 241

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue générale actuelle de la section, depuis l'aval.

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z(lit (m)	Z (tablier en m)	Z(chaussée en m)
1	0	0	4,21	4,21	
2	0	0	0	4,21	
3	0	0,5	0	4,21	
4	0	0,5	-0,5	4,21	
5	0	11,57	0	4,21	
6	0	11,57	0,5	4,21	
7	0	13,22	0,5	4,21	
8	0	13,22	4,16	4,21	
9	0	14,22	4,16	4,21	
10	0	14,22	0,5	4,21	
11	0	15,87	0,5	4,21	
12	0	15,87	0	4,21	
13	0	24,67	0,5	4,21	
14	0	25,62	0,5	4,21	
15	0	25,62	4,16	4,21	
16	0	26,62	4,16	4,21	
17	0	26,62	0,5	4,21	
18	0	27,57	0,5	4,21	
19	0	39,5	1,16	4,21	
20	0	39,5	4,16	4,21	

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932.

La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

**Levé des côtes de la crue** Cote échelle, en m: 6,3 Zéro de l'échelle(1): -0,64  
Zéro de l'échelle(2): -0,401

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	5,58
0	40	5,58

## Commentaires:

La cote de la crue de 1940 est donnée à 228,14 m, et 6,30 m à l'échelle.

La cote lue à l'échelle nous semble incertaine, en revanche la cote du repère (228,14 m), est très cohérente avec les côtes figurant sur les plans décrivant la section (réf. 241, cote de la chaussée à 227,9 m, ce qui correspond bien à la position actuelle du repère, +25cm par rapport à la chaussée).

La cote de la crue est donc calculée à partir de l'altitude 228,14 m.

**Pente de la ligne d'eau** Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 5,58

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m<sup>2</sup>: 43,90  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m<sup>2</sup>: 44,54  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m<sup>2</sup>: 57,60

Surface mouillée au dessus du tablier, en m<sup>2</sup>: 9,48

**Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 155,52**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
Rh = 1,35  
V (m/s) = 1,94  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 84,95

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
Rh = 1,46  
V (m/s) = 2,04  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 90,82

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
Rh = 1,67  
V (m/s) = 2,23  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 128,37

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 304,14  
(hors section au dessus de l'ouvrage)

**Calcul de la vitesse critique:** V(m/s) = 7,40

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La cote donnée par les lectures à l'échelle de Couiza est de 6,30 m (références 10 et 39), mais cette valeur nous paraît incertaine.

Elle ne doit pas en tout cas être comparée avec la cote de la crue de 1891 (6,10 m), en raison d'au moins deux modifications d'échelles successives (cf. références 33, 228 et 241)

et d'une importante modification de la section du pont en 1931-32. Ces travaux ont permis de porter la section du pont de 90 m<sup>2</sup> à 145 m<sup>2</sup>.

Nous avons donc choisi de retenir la cote donnée par le repère de crue, au niveau du pont, sans se préoccuper des lectures effectuées à l'échelle.

Ce repère de crue indique (références 228 et 220) que la cote de la crue de 1940, en rive gauche et face amont du pont, est inférieure de 42 cm à celle de 1891 (altitude de 228,14 m contre 228,56 m en 1891). La formule de Manning Strickler ne s'applique pas du tout à cette section, le régime n'étant pas uniforme (ouvrage en charge).

Il est probable en revanche que le régime critique ait été atteint, sous le pont où à l'aval immédiat. La vitesse critique calculée nous semble élevée car calculée à partir de la cote à l'amont de l'ouvrage.

Toutefois étant donné la charge présente à l'amont du pont (1,40 m parrapport au bas du tablier), nous avons considéré que les vitesses devaient être très rapides, comprises entre 3 et 6 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 465 m<sup>3</sup>/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 6 m/s, on obtient un débit de 930 m<sup>3</sup>/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 4,5 m/s, soit un débit de 700 m<sup>3</sup>/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

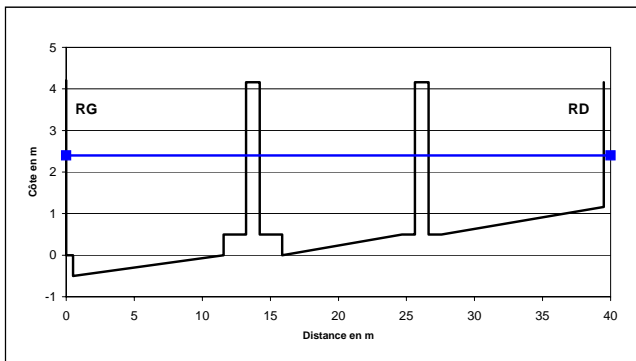
	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	156		<b>465 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>8,82</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	156		<b>930 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>17,65</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	156		<b>700 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>13,28</b>

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°19

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1942</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,8	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
---------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,399
0	40	2,399

Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 2,80 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, considérée comme plus fiable, qui a été retenue.

Pente de la ligne d'eau	Pente retenue: 0,004
-------------------------	----------------------

Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,399  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 20,52  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 23,85  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 33,66

Surface mouillée totale, en m²: 78,03

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
 Rh = 1,30  
 V (m/s) = 1,88  
 Q (m³/s) = 38,63

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
 Rh = 1,56  
 V (m/s) = 2,13  
 Q (m³/s) = 50,70

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
 Rh = 1,89  
 V (m/s) = 2,42  
 Q (m³/s) = 81,38

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 170,71

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 5,24

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.  
 La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.  
 La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.  
 Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode considérée comme la plus fiable qui a été retenue.  
 La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.  
 Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.  
 La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s.  
 En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 155 m³/s  
 En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 310 m³/s  
 L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 235 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

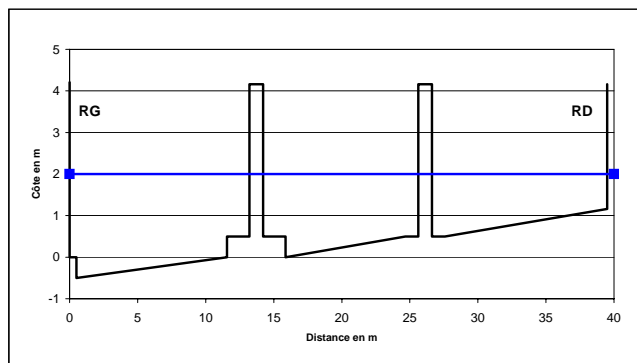
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	78	155 m³/s	2,94
Hypothèse haute:	78	310 m³/s	5,88
Hypothèse intermédiaire:	78	235 m³/s	4,46

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°20

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1943</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,4	Zéro de l'échelle(1): -0,64
		Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	1,999
0	40	1,999

## Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 2,80 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).

C'est cette deuxième solution, considérée comme plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 1,999

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 15,37

Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 19,29

Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 28,37

Surface mouillée totale, en m²: 63,03

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,02

V (m/s) = 1,61

Q (m³/s) = 24,70

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,33

V (m/s) = 1,91

Q (m³/s) = 36,89

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,67

V (m/s) = 2,22

Q (m³/s) = 63,11

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 124,71

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 4,85

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 20 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode considérée comme la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 1,5 et 3 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 1,5 m/s, on obtient un débit de 95 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 190 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 2,5 m/s, soit un débit de 155 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

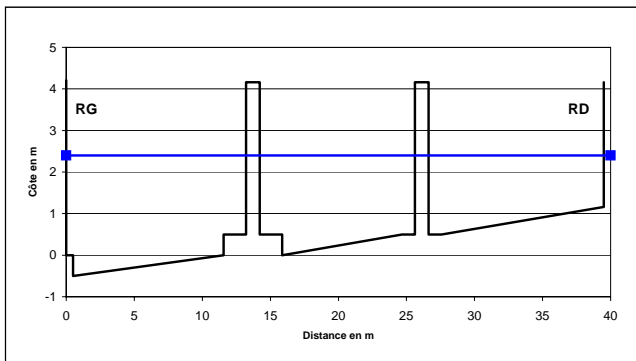
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	63	95 m³/s	1,80
Hypothèse haute:	63	190 m³/s	3,61
Hypothèse intermédiaire:	63	155 m³/s	2,94

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°21

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1944</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,8	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
---------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,399
0	40	2,399

Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 2,80 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

Pente de la ligne d'eau	Pente retenue: 0,004
-------------------------	----------------------

Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,399  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 20,52  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 23,85  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 33,66

Surface mouillée totale, en m²: 78,03

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
 Rh = 1,30  
 V (m/s) = 1,88  
 Q (m³/s) = 38,63

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
 Rh = 1,56  
 V (m/s) = 2,13  
 Q (m³/s) = 50,70

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
 Rh = 1,89  
 V (m/s) = 2,42  
 Q (m³/s) = 81,38

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 170,71

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 5,24

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.  
 La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.  
 La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.  
 Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.  
 La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.  
 Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.  
 La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s.  
 En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 155 m³/s  
 En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 310 m³/s  
 L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 235 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	78		155 m³/s	2,94
Hypothèse haute:	78		310 m³/s	5,88
Hypothèse intermédiaire:	78		235 m³/s	4,46

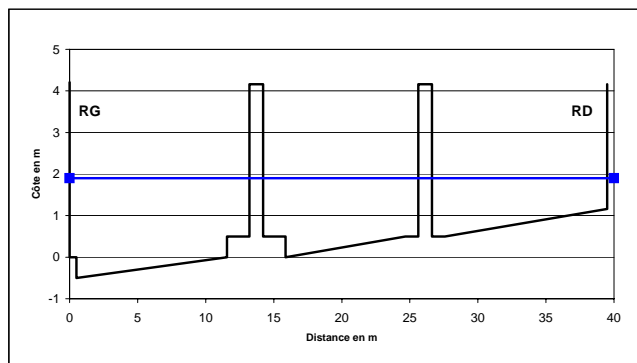


## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°22

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1951</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 215, 216 (observations à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (côte et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,3	Zéro de l'échelle(1): -0,64
		Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	1,899
0	40	1,899

## Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 2,30 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).

C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

Pente de la ligne d'eau	Pente retenue: 0,004
-------------------------	----------------------

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 1,899

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 14,08

Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 18,15

Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 27,05

Surface mouillée totale, en m²: 59,28

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 0,95

V (m/s) = 1,53

Q (m³/s) = 21,54

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,27

V (m/s) = 1,85

Q (m³/s) = 33,64

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,61

V (m/s) = 2,17

Q (m³/s) = 58,75

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 113,93

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 4,75

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 20 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 1,5 et 3 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 1,5 m/s, on obtient un débit de 90 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 175 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 2,5 m/s, soit un débit de 145 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

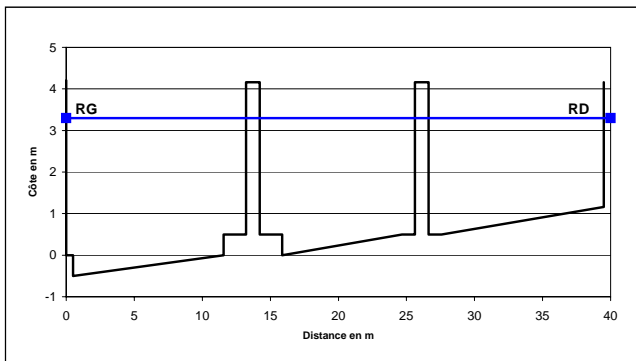
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	59	90 m³/s	1,71
Hypothèse haute:	59	175 m³/s	3,32
Hypothèse intermédiaire:	59	145 m³/s	2,75

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°23

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1953</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 32, 40, 215, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 3,7	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
---------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	3,299
	0	40	3,299

Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 3,70 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

**Pente de la ligne d'eau** Pente retenue: 0,004

Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,299

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 32,11  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 34,11  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 45,56

**Surface mouillée totale, en m²: 111,78**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00  
Rh = 1,82  
V (m/s) = 2,36  
Q (m³/s) = 75,83

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00  
Rh = 1,99  
V (m/s) = 2,51  
Q (m³/s) = 85,46

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00  
Rh = 2,32  
V (m/s) = 2,77  
Q (m³/s) = 126,39

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 287,68

**Calcul de la vitesse critique:** V(m/s) = 6,02

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 10 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique calculée paraît élevée, si le régime critique ait été atteint il a du l'être plus à l'aval, pour une côte inférieure.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 220 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 440 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 330 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	112		<b>220 m³/s</b>	<b>4,17</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	112		<b>440 m³/s</b>	<b>8,35</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	112		<b>330 m³/s</b>	<b>6,26</b>

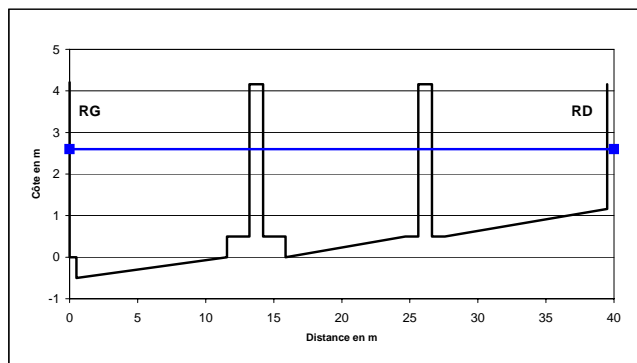


## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°24

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1959</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 32, 40, 215, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 3	Zéro de l'échelle(1): -0,64
		Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,599
0	40	2,599

## Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 3,00 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).

C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,599

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 23,10  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 26,13  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 36,30

Surface mouillée totale, en m²: 85,53

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,43

V (m/s) = 2,00

Q (m³/s) = 46,27

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,66

V (m/s) = 2,22

Q (m³/s) = 58,02

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,99

V (m/s) = 2,51

Q (m³/s) = 90,95

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 195,25

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,42

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 170 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 340 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 255 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

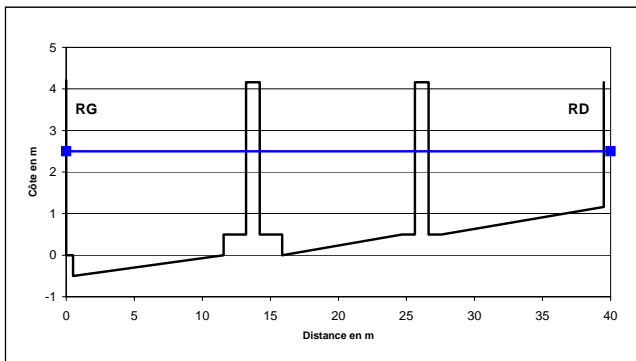
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	85	170 m³/s	3,23
Hypothèse haute:	85	340 m³/s	6,45
Hypothèse intermédiaire:	85	255 m³/s	4,84

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°25

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1962</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 32, 40, 215, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,9	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
---------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	0	2,499
	0	40	2,499

## Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 2,90 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,499

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 21,81  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 24,99  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 34,98

Surface mouillée totale, en m²: 81,78

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,36

V (m/s) = 1,94

Q (m³/s) = 42,40

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,61

V (m/s) = 2,17

Q (m³/s) = 54,33

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,94

V (m/s) = 2,46

Q (m³/s) = 86,13

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 182,86

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,33

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 160 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 320 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 240 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

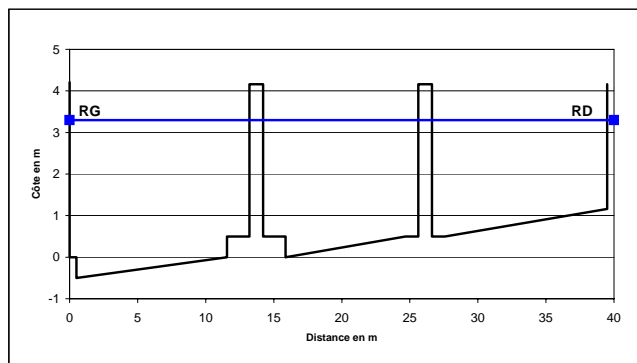
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	82		160 m³/s	3,04
Hypothèse haute:	82		320 m³/s	6,07
Hypothèse intermédiaire:	82		240 m³/s	4,55

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°26

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1963</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 32, 40, 215, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 3,7	Zéro de l'échelle(1): -0,64
		Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	3,299
0	40	3,299

## Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 3,70 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).

C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 3,299

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 32,11  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 34,11  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 45,56

Surface mouillée totale, en m²: 111,78

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,82

V (m/s) = 2,36

Q (m³/s) = 75,83

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,99

V (m/s) = 2,51

Q (m³/s) = 85,46

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 2,32

V (m/s) = 2,77

Q (m³/s) = 126,39

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 287,68

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 6,02

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 10 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique calculée paraît élevée, si le régime critique avait été atteint il a dû l'être plus à l'aval, pour une côte inférieure.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 220 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 440 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 330 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

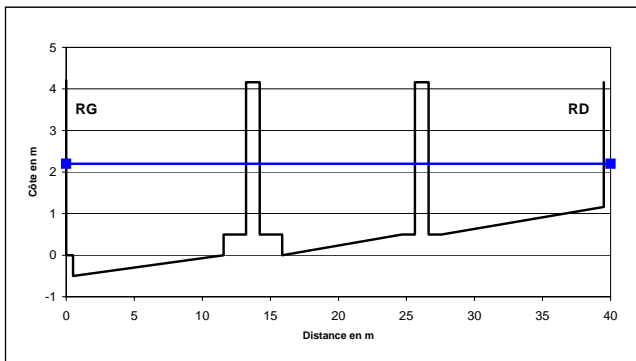
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	112	220 m³/s	4,17
Hypothèse haute:	112	440 m³/s	8,35
Hypothèse intermédiaire:	112	330 m³/s	6,26

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°27

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1965</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 40, 215, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue.  
La côte 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 2,6	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
---------------------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------

E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	2,199
0	40	2,199

Commentaires:

La côte lue à l'échelle est de 2,60 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).  
C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,004

Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,199

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 17,95  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 21,57  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 31,01

Surface mouillée totale, en m²: 70,53

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,17

V (m/s) = 1,75

Q (m³/s) = 31,43

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,45

V (m/s) = 2,02

Q (m³/s) = 43,64

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,78

V (m/s) = 2,32

Q (m³/s) = 72,09

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 147,16

Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 5,05

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La côte est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 15 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique a également été calculée, bien qu'il semble peu probable que le régime critique ait été atteint.

La côte utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 140 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 280 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 210 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

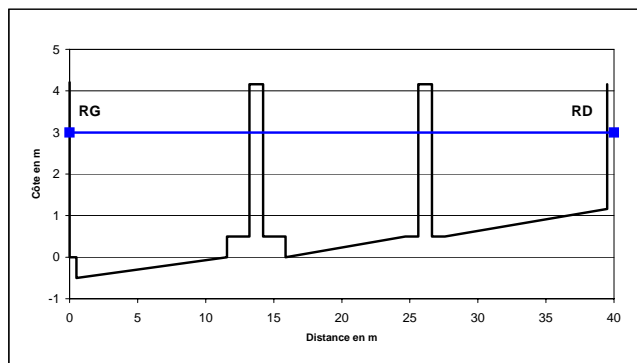
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	71		140 m³/s	2,66
Hypothèse haute:	71		280 m³/s	5,31
Hypothèse intermédiaire:	71		210 m³/s	3,98

## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°28

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1970</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 26, 32, 217 (Côtes à l'échelle), 10, 39, 220, 228 (Côte échelle et altitude crue 1940), 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue actuelle de la pile rive gauche, sur laquelle l'échelle existe toujours

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	0	0	4,21	4,21
2	0	0	0	4,21
3	0	0,5	0	4,21
4	0	0,5	-0,5	4,21
5	0	11,57	0	4,21
6	0	11,57	0,5	4,21
7	0	13,22	0,5	4,21
8	0	13,22	4,16	4,21
9	0	14,22	4,16	4,21
10	0	14,22	0,5	4,21
11	0	15,87	0,5	4,21
12	0	15,87	0	4,21
13	0	24,67	0,5	4,21
14	0	25,62	0,5	4,21
15	0	25,62	4,16	4,21
16	0	26,62	4,16	4,21
17	0	26,62	0,5	4,21
18	0	27,57	0,5	4,21
19	0	39,5	1,16	4,21
20	0	39,5	4,16	4,21

## Commentaires:

La section retenue ici est issue de la référence 241 et date de 1931 - 1932, soit bien avant la crue. La cote 0 est prise au niveau de l'étiage, donné par les plans à une altitude 222,48 m.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 3,4	Zéro de l'échelle(1): -0,64	Zéro de l'échelle(2): -0,401
E (m)	N (m)	Z (m)	
0	0	2,999	
0	40	2,999	

## Commentaires:

La cote lue à l'échelle est de 3,40 m. Le zéro de l'échelle peut être repositionné sur la section, soit par comparaison entre les niveaux de la crue de 1940 (228,14 m et 6,30 m à l'échelle) et de l'étiage (222,48 m) (1), soit d'après le levé de la section effectué en 2004 (2).

C'est cette deuxième solution, jugée plus fiable, qui a été retenue.

Pente de la ligne d'eau	Pente retenue: 0,004
-------------------------	----------------------

## Commentaires:

La pente mesurée lors du levé de 2004 a été reprise ici.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 2,999

Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 28,25  
Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 30,69  
Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 41,59

Surface mouillée totale, en m²: **100,53**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,66

V (m/s) = 2,22

Q (m³/s) = 62,67

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,86

V (m/s) = 2,39

Q (m³/s) = 73,39

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 2,19

V (m/s) = 2,67

Q (m³/s) = 110,87

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 246,93

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 5,78

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RD 118 sur la Salz, la coupe de ce pont étant donnée par des plans de la référence 241 qui datent de 1931-32.

La section sous ce pont s'est creusée depuis, mais nous avons supposé que ce creusement est consécutif à la crue de 1992 et le profil de 1931 a donc été retenu pour l'estimation.

La cote est obtenue d'après la lecture à l'échelle, la difficulté étant de replacer le 0 de cette échelle sur le plan.

Deux méthodes différentes aboutissent à une variation de 10 % sur la section d'écoulement. C'est la méthode jugée la plus fiable qui a été retenue.

La formule de Manning Strickler ne peut pas s'appliquer à cette section sous ouvrage, l'hypothèse de régime uniforme n'étant pas nécessairement respectée.

Les vitesses correspondantes ont été calculées à titre indicatif. La vitesse critique calculée paraît élevée, si le régime critique ait été atteint il a dû l'être plus à l'aval, pour une cote inférieure.

La cote utilisée correspond à la face amont du pont. Nous avons considéré que les vitesses pouvaient y être comprises entre 2 et 4 m/s

En hypothèse basse, avec une vitesse de 2 m/s, on obtient un débit de 200 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 4 m/s, on obtient un débit de 400 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 3 m/s, soit un débit de 300 m³/s

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

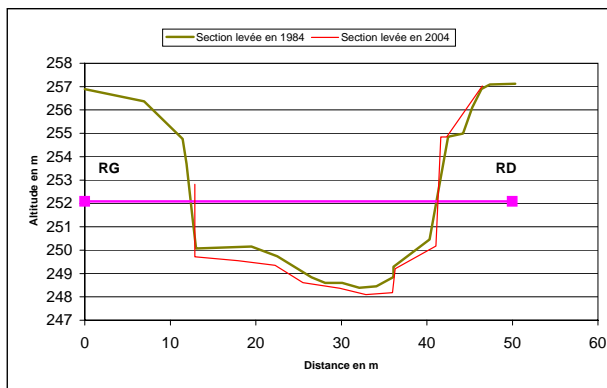
	Surface mouillée, en m²	Débit	Débit pseudo-spécifique
	En lit mineur: En lit majeur:		Q/S <sup>0,8</sup>
Hypothèse basse:	101	200 m³/s	3,79
Hypothèse haute:	101	400 m³/s	7,59
Hypothèse intermédiaire:	101	300 m³/s	5,69

## Salz - Estimation du débit des crues enregistrées par la station limnimétrique

Cours d'eau: **La Salz** Localisation de la section: **Cassaignes au niveau de la station limnimétrique**  
 Date de la crue: Crues antérieures à 1992 Surface drainée: **131 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 89 à 93 (limnis), 211 et 212 (descriptif station), levé de terrain.

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVES ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Section levée en 1984			Section levée en 2004:		
E (m)	N (m)	Zlit (m)	E (m)	N (m)	Zlit (m)
1	0	256,89	-11,296	12,858	252,818
2	0	256,37	-3,805	12,873	249,712
3	0	11,43	254,76	-3,327	17,909
4	0	11,91	253,7	-2,283	22,257
5	0	12,59	251,43	-2,237	25,518
6	0	13	250,07	-2,334	29,818
7	0	19,5	250,15	-1,903	32,859
8	0	22,5	249,74	-1,464	35,99
9	0	26,5	248,84	-1,945	36,281
10	0	28,1	248,6	-16,433	41,066
11	0	30,1	248,6	-5,576	41,638
12	0	32,1	248,39	-5,328	42,311
13	0	34,1	248,45	0,372	46,473
14	0	36,1	248,85		
15	0	36,1	249,29		
16	0	40,3	250,46		
17	0	42,49	254,86		
18	0	44,22	254,99		
19	0	45,32	256,11		
20	0	46,39	256,9		
21	0	47,37	257,09		
22	0	50,32	257,12		

Commentaires:

Un levé de la section effectué en 1984 (référence 211), est comparé ici au levé effectué en 2004. La section a relativement peu bougé. Pour les crues antérieures à 1992 le levé de 1984 a été utilisé pour le calcul de la surface mouillée.

#### Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 3,8			Zéro de l'échelle, en m: 248,29		
E	N	Z	E	N	Z
0	0	252,09			
0	50	252,09			

Commentaires:

Côtes à l'échelle données par les limnigraphes.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015			
E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
-128,98	24,66	250,044	
-79,433	31,466	248,882	-0,02345248
-37,405	31,314	248,487	-0,01700246
19,591	26,042	247,976	-0,01391927
42,803	21,763	247,905	-0,01245176

Commentaires:

Pente du fil d'eau à l'étiage d'après le levé effectué en 2004.

Le fond du lit et donc la pente ne semblent pas évoluer de façon importante dans la zone.

### CALCULS INTERMEDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 252,09

Surface mouillée d'après le levé de 1984, en m<sup>2</sup>: 76,15

Surface mouillée d'après le levé de 2004, en m<sup>2</sup>: 86,63

Surface mouillée totale retenue, en m<sup>2</sup>: 76,15

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 2,44  
V (m/s) = 4,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 304,44

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 304,44

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La banque HYDRO du MEDD fournit cinq courbes de tarage différentes pour cette station (C620 à C625), signe d'évolutions du lit dans le temps.

La section a fait l'objet de quatre levés successifs en 1984, 1992, 1998 et 2004. Visiblement elle s'est approfondie suite à la crue de 1992, mais a peu varié par ailleurs, et a retrouvé à l'heure actuelle un niveau proche de celui de 1984.

Les courbes de tarage confirment par ailleurs que les changements intervenus avant 1992 sont minimes (courbes C620 à C622 quasi identiques).

Ces courbes sont basées sur un jeu de 44 jaugeages effectués avant la crue de 1992. Les plus forts débits jaugés l'ont été pour une hauteur de 1,80 m.

Pour les crues de hauteur inférieure à 1,80 m le débit a été évalué en utilisant ces courbes. Au-delà nous avons préféré appliquer la formule de Manning Strickler.

Celle-ci a été appliquée en utilisant le levé du lit effectué en 1984; la pente du lit pour sa part a été mesurée sur le site en 2004.

Etant donné les niveaux d'eau atteints et la forme de la section, nous n'avons pas réalisé de distinction lit majeur/lit mineur.

Le coefficient de Strickler retenu est égal à 18: il permet de retrouver des débits proches de ceux mesurés lors des jaugeages à 1,80 m.

Pour l'estimation des bornes supérieures et inférieures de débit, une fourchette de K allant de 15 à 20 a été considérée.



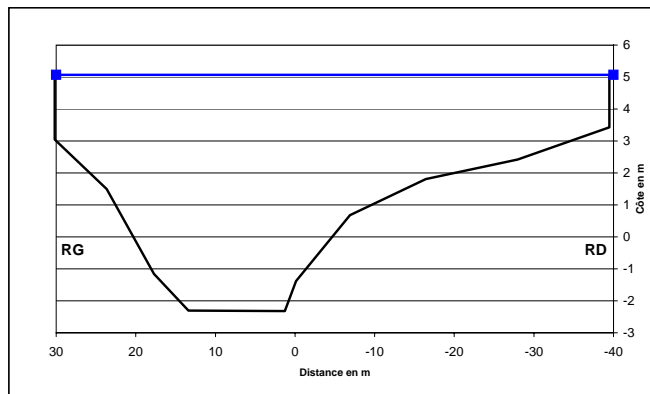
## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°30

Cours d'eau: **La Salz**  
Date de la crue: **1992**

Localisation de la section: **Couiza - Moulin Lepeige**  
Surface drainée: **141 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 220 (situation des repères PHE), 232, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Z (m)
1	-11,043	30,198	5
2	-11,043	30,198	3,046
3	-6,312	23,664	1,495
4	-6,231	17,706	-1,16
5	-4,767	13,397	-2,304
6	-0,422	1,272	-2,32
7	1,852	-0,118	-1,378
8	6,733	-6,913	0,683
9	11,307	-16,441	1,809
10	10,599	-27,97	2,419
11	10,112	-39,48	3,425
12	10,112	-39,48	5

Commentaires:

Profil issu d'un levé de terrain effectué en 2004.

## Levé des côtes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
	0	-40	5,07
	0	30	5,07

Commentaires:

Repère de crue, dont la position est indiquée par la référence 220, et dont la cote a été levée sur le site en même temps que la section.

## Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,007

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
	-112,989	-27,333	-1,113	
	-96,2	-19,699	-1,365	-0,0150
	-44,184	-3,173	-2,052	-0,0136
	18,272	-4,798	-2,322	-0,0092
	61,125	1,809	-2,343	-0,0071

Commentaires:

Mesures effectuées lors du levé de terrain en 2004. La pente est assez variable dans la zone, plus forte à l'amont de la section considérée, elle diminue de façon importante à l'aval. Nous avons finalement retenu, pour les estimations de débit, une plage de pentes (0,005 - 0,01) encadrant de la valeur moyenne de 0,007.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue: 5,07

surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 132,09  
surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 128,45  
surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 47,51

Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: **308,05**

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 3,00  
V (m/s) = 1,74  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 229,98

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 4,12  
V (m/s) = 3,87  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 497,54

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 2,97  
V (m/s) = 1,73  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 82,13

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 809,65

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 7,05

## ETUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

Cette estimation repose sur un levé de terrain effectué en 2004. Le fond du lit est rocheux dans ce secteur, et ne doit pas avoir fortement varié depuis la crue de 1992.

Le niveau de la crue est donné par un repère et peut donc être considéré comme fiable.

La pente est plus difficile à évaluer car variable d'amont en aval. Nous avons retenu une fourchette allant de 0,005 à 0,01 pour les estimations de débit.

Il nous semble très peu plausible que le régime critique ait pu être atteint, en revanche l'hypothèse d'un régime uniforme semble assez raisonnable malgré la variation de pente du lit.

Les estimations de débit ont donc été réalisées par application de la formule de Manning Strickler.

Les coefficients de Strickler sont très faibles à l'heure actuelle sur les rives et en lit majeur (végétation dense).

Toutefois d'après un témoin cette végétation est récente et avait été totalement balayée par la crue de 1992.

Nous avons par conséquent considéré des plages de valeurs de K de 5 à 15 en lit majeur et de 15 à 20 en lit mineur.

En hypothèse basse, avec une pente de 0,005, et des coefficients de 5 en lit majeur et 15 en lit mineur, le débit est de 480 m<sup>3</sup>/s.

En hypothèse haute, avec une pente de 0,01, et des coefficients de 15 en lit majeur et 20 en lit mineur, le débit est de 1220 m<sup>3</sup>/s.

L'hypothèse intermédiaire correspond à une pente de 0,007 et des coefficients de 10 en lit majeur, et 18 en lit mineur, soit 810 m<sup>3</sup>/s.

## VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	130	180	480 m <sup>3</sup> /s	9,16
Hypothèse haute:	130	180	1220 m <sup>3</sup> /s	23,28
Hypothèse intermédiaire:	130	180	810 m <sup>3</sup> /s	15,46

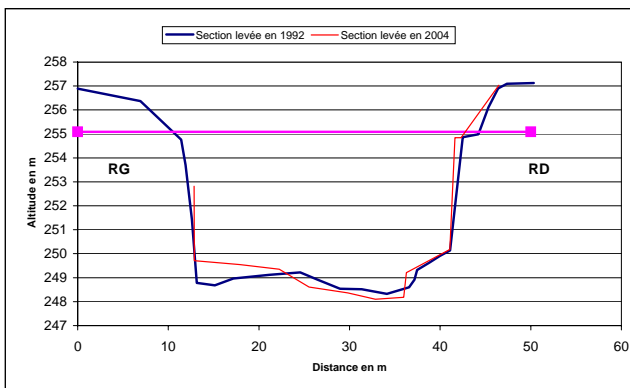
## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°31

Cours d'eau: **La Salz**  
Date de la crue: **1992**

Localisation de la section: **Cassaignes au niveau de la station limni**  
Surface drainée: **131 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 93 (limni), 211 et 212 (descriptif station), levé de terrain.

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

Section levée en 1992 (référence 211)			Section levée en 2004:		
E (m)	N (m)	Z (m)	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	256,89	-11,296	12,858	252,818
2	0	256,37	-3,805	12,873	249,712
3	0	11,43	-3,327	17,909	249,551
4	0	11,91	-2,283	22,257	249,353
5	0	12,59	-2,237	25,518	248,605
6	0	13,13	-2,334	29,818	248,368
7	0	15,14	-1,903	32,859	248,098
8	0	17,19	-1,464	35,99	248,179
9	0	21,15	-1,945	36,281	249,206
10	0	24,55	-16,433	41,066	250,173
11	0	26,42	-5,576	41,638	254,847
12	0	28,95	-5,328	42,311	254,843
13	0	31,35	0,372	46,473	257,033
14	0	34,12			
15	0	36,58			
16	0	37,16			
17	0	37,46			
18	0	38,8			
19	0	39,98			
20	0	41,1			
21	0	42,49			
22	0	44,22			
23	0	45,32			
24	0	46,39			
25	0	47,37			
26	0	50,32			

Commentaires: Un levé de la section effectué en 1992 (référence 211), a été utilisé.

#### Levé des côtes de la crue

Cote échelle, en m: 6,8			Zéro de l'échelle, en m: 248,29		
E (m)	N (m)	Z (m)	E (m)	N (m)	Z (m)
0	0	255,09			
0	50	255,09			

Commentaires: Côte de 6,80 m à l'échelle donnée par le limnigraphe.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015			
E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
-128,98	24,66	250,044	
42,803	21,763	247,905	-0,012

Commentaires: Pente du fil d'eau à l'étiage d'après le levé effectué en 2004.

### CALCULS INTERMÉDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 255,09

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m<sup>2</sup>: 25,21  
Surface mouillée en lit mineur, en m<sup>2</sup>: 151,22  
Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m<sup>2</sup>: 5,56

**Surface mouillée totale, en m<sup>2</sup>: 182,00**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 16,00  
Rh = 4,89  
V (m/s) = 5,65  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 1028,15

En lit majeur, rive gauche:

K = 5,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 1028,15

**Calcul de la vitesse critique: V(m/s) = 8,17**

### ÉTUDE DE SENSIBILITÉ / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DÉBIT RETENUES

La section retenue est celle de la station de jaugeage de Cassaignes. La section a été levée juste après la crue, elle peut donc être considérée comme fiable.

Il semble très peu probable que le régime critique ait été atteint dans cette section. En revanche l'hypothèse d'un régime uniforme paraît raisonnable.

Le débit a donc été estimé par application de la formule de Manning Strickler. Aucune distinction lit mineur/lit majeur n'a été effectuée.

Les coefficients de Strickler sont estimés dans une fourchette de 15 à 20. Toutefois les vitesses obtenues ont été limitées à 6 m/s au maximum.

En hypothèse basse, avec un coefficient de 15, on obtient un débit de 964 m<sup>3</sup>/s. En hypothèse haute, avec un coefficient de 17 (vitesse limitée à 6 m/s), on obtient un débit de 1092 m<sup>3</sup>/s.

L'hypothèse probable correspond à un coefficient de 16, soit un débit de 1028 m<sup>3</sup>/s.

### VALEURS DE DÉBIT RETENUES

	Surface mouillée, en m <sup>2</sup>	Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:		
<b>Hypothèse basse:</b>	182	<b>964 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>19,51</b>
<b>Hypothèse haute:</b>	182	<b>1092 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>22,10</b>
<b>Hypothèse intermédiaire:</b>	182	<b>1028 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>20,81</b>

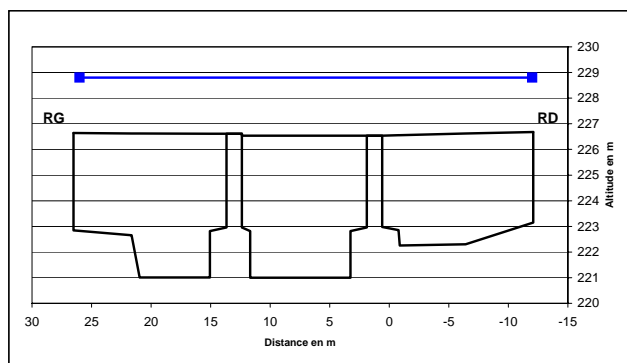


## Crues historiques de la Salz - Estimation de débit n°32

Cours d'eau: <b>La Salz</b>	Localisation de la section: <b>Couiza - Pont de la RD 118</b>
Date de la crue: <b>1992</b>	Surface drainée: <b>142 km²</b>

Références documentaires utilisées: 220, 228, 241, levé de terrain

## SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



Vue de la section actuelle, depuis l'aval.

## RELEVÉS ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

## Levé du lit et cotes du tablier de l'ouvrage

	E (m)	N (m)	Zlit (m)	Z (tablier en m)
1	-34,229	-12,094	226,68	226,68
2	-41,566	-12,094	223,146	226,68
3	-42,75	-6,417	222,302	226,618
4	-42,784	-0,889	222,259	226,557
5	-42,813	-0,778	222,857	226,556
6	-42,575	0,595	222,981	226,541
7	-36,034	0,595	226,541	226,541
8	-36,034	1,888	226,541	226,541
9		1,888	222,956	226,541
10	-43,016	3,261	222,814	226,541
11	-43,018	3,261	220,997	226,541
12		11,681	220,997	226,538
13		11,681	222,814	226,538
14		12,381	222,956	226,538
15		12,381	226,608	226,608
16		13,671	226,608	226,608
17		13,671	222,956	226,608
18		15,071	222,814	226,611
19		15,071	221,011	226,611
20	-45,524	20,968	221,011	226,625
21	-45,533	21,649	222,651	226,627
22	-45,572	26,51	222,847	226,638
23		26,51	226,638	226,638

## Commentaires:

La section est issue d'un levé de terrain.

## Levé des cotes de la crue

	E (m)	N (m)	Z (m)
0	-12	228,8	
0	26	228,8	

## Commentaires:

La cote de la crue est donnée par un repère de crue (réf. 220). Les niveaux de ce repère et du zéro de l'échelle ont été mesurés lors du levé de terrain.

## Pente de la ligne d'eau

	E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
à l'amont de la section	-131,774	10,458	221,127	
au niveau d'un passage à gu	22,612	3,914	220,513	-0,0040
à l'aval, en amont d'un seuil	154,84	12,629	220,33	-0,0028
à l'aval, en aval du seuil	156,742	15,75	219,855	-0,0044

## Commentaires:

Pente de la ligne d'eau à l'étiage, mesurée lors du levé de terrain.

## CALCULS INTERMÉDIAIRES

## Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 228,8

Surface mouillée en lit majeur, rive droite, en m²: 0,00  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de droite, en m²: 51,52  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée centrale, en m²: 54,24  
 Surf. mouillée en lit mineur, travée de gauche, en m²: 60,42  
 Surface mouillée en lit majeur, rive gauche, en m²: 0,00

Surf. mouillée sur tablier (Zchaussée=227,9), en m²: 35,55

Surface mouillée totale, en m²: 201,73

## Calcul de vitesses et débits

## Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit mineur, travée de droite:

K = 25,00

Rh = 1,72

V (m/s) = 2,27

Q (m³/s) = 116,81

En lit mineur, travée du milieu:

K = 25,00

Rh = 1,64

V (m/s) = 2,20

Q (m³/s) = 119,45

En lit mineur, travée de gauche:

K = 25,00

Rh = 1,63

V (m/s) = 2,19

Q (m³/s) = 132,48

Débit total en m³/s, d'après Manning Strickler: 368,75  
 (hors surface située au dessus du tablier)

## Calcul de la vitesse critique:

V(m/s) = 8,13

## ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La section retenue est celle du pont de la RN 118 sur la Salz.

La cote de la crue est donnée par le repère de crue dont la cote est à 228,80 m (référence 220), cote cohérente avec celles de 1891 et 1940 (références 228 et 220).

La section a été levée sur le site en 2004. Il est possible qu'elle ait changée sensiblement puisque le fond du lit a visiblement été réaménagé depuis la crue.

Par rapport à la section d'origine (réf. 241, plans de 1931), le fond du lit s'est approfondi, peut être justement lors de la crue de 1992 ou lors des précédentes.

Il semble donc logique, pour la crue de 1992, de retenir la section actuelle plutôt que celle de 1931-32.

La formule de Manning Strickler ne s'applique pas du tout à cette section, le régime n'étant pas uniforme (ouvrage en charge).

Il est probable en revanche que le régime critique ait été atteint, sous le pont où à l'aval immédiat. La vitesse critique calculée nous semble élevée car calculée à partir de la cote à l'amont de l'ouvrage.

Toutefois étant donné la charge présente à l'amont du pont (plus de 2m par rapport au bas du tablier), nous avons considéré que les vitesses devaient être très rapides, comprises entre 3 et 6 m/s.

En hypothèse basse, avec une vitesse de 3 m/s, on obtient un débit de 600 m³/s

En hypothèse haute, avec une vitesse de 6 m/s, on obtient un débit de 1200 m³/s

L'hypothèse probable correspond à une vitesse de 4,5 m/s, soit un débit de 900 m³/s

## VALEURS DE DEBIT RETENUES

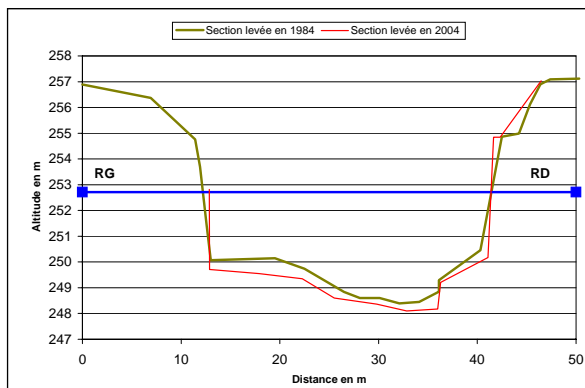
	Surface mouillée, en m²		Débit	Débit pseudo-spécifique Q/S <sup>0,8</sup>
	En lit mineur:	En lit majeur:		
Hypothèse basse:	202		600 m³/s	11,38
Hypothèse haute:	202		1200 m³/s	22,77
Hypothèse intermédiaire:	202		900 m³/s	17,08

## Salz - Estimation du débit des crues enregistrées par la station limnimétrique

Cours d'eau: **La Salz** Localisation de la section: **Cassaignes au niveau de la station limnimétrique**  
 Date de la crue: Crues postérieures à 1996 Surface drainée: **131 km<sup>2</sup>**

Références documentaires utilisées: 93 à 95 (limnigraphes), 211 et 212 (descriptif station), levé de terrain.

### SCHEMA OU PLANS DE LA SECTION, PHOTOGRAPHIES DU SITE



### RELEVES ISSUS DE PLANS ET/OU DE VISITES DES SITES

#### Levé du lit et côtes du tablier de l'ouvrage

	Section levée en 1984			Section levée en 2004:		
	E (m)	N (m)	Z (m)	E (m)	N (m)	Z (m)
1	0	0	256,89	-11,296	12,858	252,818
2	0	6,93	256,37	-3,805	12,873	249,712
3	0	11,43	254,76	-3,327	17,909	249,551
4	0	11,91	253,7	-2,283	22,257	249,353
5	0	12,59	251,43	-2,237	25,518	248,605
6	0	13	250,07	-2,334	29,818	248,368
7	0	19,5	250,15	-1,903	32,859	248,098
8	0	22,5	249,74	-1,464	35,99	248,179
9	0	26,5	248,84	-1,945	36,281	249,206
10	0	28,1	248,6	-16,433	41,066	250,173
11	0	30,1	248,6	-5,576	41,638	254,847
12	0	32,1	248,39	-5,328	42,311	254,843
13	0	34,1	248,45	0,372	46,473	257,033
14	0	36,1	248,85			
15	0	36,1	249,29			
16	0	40,3	250,46			
17	0	42,49	254,86			
18	0	44,22	254,99			
19	0	45,32	256,11			
20	0	46,39	256,9			
21	0	47,37	257,09			
22	0	50,32	257,12			

Commentaires:

Un levé de la section effectué en 1984 (référence 211), est comparé ici au levé effectué en 2004.

La section a peu bougé.

Pour les crues postérieures à 1996, le levé de 2004 a été utilisé pour le calcul de la surface mouillée.

Levé des côtes de la crue	Cote échelle, en m: 4,42	Zéro de l'échelle, en m: 248,29
E	N	Z
0	0	252,71
0	50	252,71

Commentaires:

Côtes à l'échelle données par les limnigraphes.

#### Pente de la ligne d'eau

Pente retenue: 0,015			
E (m)	N (m)	Z (m)	Pente I
-128,98	24,66	250,044	
-79,433	31,466	248,882	-0,023
-37,405	31,314	248,487	-0,017
19,591	26,042	247,976	-0,014
42,803	21,763	247,905	-0,012

Commentaires:

Pente du fil d'eau à l'étéage d'après le levé effectué en 2004.

Le fond du lit et donc la pente ne semblent pas évoluer de façon importante dans la zone.

### CALCULS INTERMEDIAIRES

#### Calcul de surface mouillée

cote de ligne d'eau retenue, en m: 252,71

Surface mouillée d'après le levé de 1984, en m<sup>2</sup>: 94,22

Surface mouillée d'après le levé de 2004, en m<sup>2</sup>: 104,30

**Surface mouillée totale retenue, en m<sup>2</sup>: 104,30**

#### Calcul de vitesses et débits

##### Application de la formule de Manning-Strickler:

En lit majeur rive droite:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

En lit mineur:

K = 18,00  
Rh = 3,22  
V (m/s) = 4,80  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 501,05

En lit majeur, rive gauche:

K = 10,00  
Rh = 0,00  
V (m/s) = 0,00  
Q (m<sup>3</sup>/s) = 0,00

**Débit total en m<sup>3</sup>/s, d'après Manning Strickler: 501,05**

### ETUDE DE SENSIBILITE / COMMENTAIRES RELATIFS AUX VALEURS DE DEBIT RETENUES

La banque HYDRO du MEDD fournit cinq courbes de tarage différentes pour cette station (C620 à C625), signe d'évolutions du lit dans le temps.

La section a fait l'objet de quatre levés successifs en 1984, 1992, 1998 et 2004. Visiblement elle s'est approfondie suite à la crue de 1992, mais s'est recomblée en partie, et a retrouvé depuis 1996 un niveau assez proche de celui de 1984. Avant 1992 et après 1996 les évolutions paraissent minimes.

Les courbes de tarage établies pour la période post 1996 (C624 et C625) sont basées sur 7 jaugeages effectués après 1996. Quatre d'entre eux concernent des hauteurs supérieures à 1 m, et le plus fort a été effectué à 2,19 m. La courbe de tarage C625 s'écarte significativement de ces jaugeages et nous avons donc préféré utiliser exclusivement la courbe C 624.

Pour les crues de hauteur inférieure à 2,20 m le débit a été évalué en utilisant cette courbe. Au-delà nous avons préféré appliquer la formule de Manning Strickler.

Celle-ci a été appliquée en utilisant le levé du lit effectué en 2004; la pente du lit pour sa part a été mesurée sur le site en 2004.

Etant donné les niveaux d'eau atteints et la forme de la section, nous n'avons pas réalisé de distinction lit majeur/lit mineur.

Le coefficient de Strickler retenu est égal à 18: il permet de retrouver un débit proche de celui jaugeé à 2,20 m.

Pour l'estimation des bornes supérieures et inférieures de débit, une fourchette de K allant de 15 à 20 a été considérée.



---

# Abstract

## *Possibility and usefulness of historical flood series reconstruction, for the study of extreme floods in small watersheds. Case study of four small tributaries of the Aude river, France*

This study deals with the estimation of flash flood frequency, in small watersheds of the French Mediterranean area. In order to improve statistical analysis of these events, the idea developed was to gather, as made as possible, historical information concerning floods over a two century period. Four small tributaries of the Aude river (south-east of France) were studied. Each of them has a catchment area of less than 200 km<sup>2</sup>. For historical information gathering, a methodology that already gave successful results in the case of larger French rivers was applied. Using this methodology it was possible to identify archive sources that were of real interest to the particular case of small watersheds. These sources are essentially local archive collections (“archives départementales”, archives from hydrometry and flood warning services). On the other hand, national archive collections (“Archives Nationales”, M.Pardé collection, and the ENPC’s historical collection) contained little useful information, and archives from newspapers were equally disappointing. Archive documents that were finally used, come essentially from the “Services des Ponts et Chaussées” or the “Services Vicinaux” (archives located in the S and O series in the Archives Départementales collection). Nevertheless, in the four cases studied these documents gave sufficient information to build historical flood series of one to two centuries in length. The perception thresholds associated with these series, and also the peak discharge of the main historical floods, could be estimated. Considering the large uncertainty of these estimations, discharges were represented in the form of possible upper and lower bounds. The statistical study of these series first reveals the high heterogeneity of flood peak discharges among the four studied watersheds. The usefulness of historical data is then highlighted, for the selection of appropriate statistical distributions for the series, as well as for the fitting of these distributions. As only short systematic series are used, the application of such methods, which consist of fitting a statistical distribution to the observed series, can lead to very important errors. Historical data make these methods more reliable, even in the case of very limited information (number of times a threshold is exceeded, or information limited to just one historical flood). In comparison, the Gradex method appears much more robust when only systematic data is available. This method gives flood quantile estimates that are largely coherent with historical data. Moreover, the variability of flood discharges among the four case studies is well represented using this method, due to high variations of the shape factor (this factor must be carefully estimated in each case). Finally, in order to extend these results to other watersheds, especially ungaged ones, the reasons for this variability on flood discharges must first be better understood.

---

---

## Résumé

Ce mémoire traite de l'estimation de la fréquence d'occurrence des crues éclair, dans des petits cours d'eau de la région méditerranéenne. Pour préciser l'étude statistique de ces événements, relativement rares, l'idée développée a été de reconstituer des historiques de crues sur une période pouvant aller jusqu'à deux siècles. Quatre petits cours d'eau affluents de l'Aude, dont la surface n'excède pas 200 km<sup>2</sup>, ont été étudiés. Une méthodologie de recherche d'informations historiques, déjà appliquée avec succès à des cours d'eau français plus importants, a été reprise. Elle a permis de mettre en évidence les fonds d'archives dignes d'intérêt dans le cas de l'étude des cours d'eau de petite taille. Ces fonds sont essentiellement locaux (archives départementales, et archives des services de l'état chargés de l'hydrométrie et de l'annonce des crues). Les fonds à caractère national (Archives Nationales, fonds M.Pardé, fonds historique de l'ENPC), en revanche, présentent un intérêt secondaire, et l'exploitation des archives de la presse s'est également avérée décevante. Les documents d'archives finalement valorisés proviennent pour l'essentiel des Services des Ponts et Chaussées, et des Services Vicinaux (séries S et O aux Archives Départementales). Ces documents s'avèrent suffisamment riches, dans les quatre cas étudiés, pour reconstituer des historiques de crues d'une durée d'un à deux siècles. Il est également possible d'évaluer le seuil de perception associé à ces séries, ainsi que le débit de pointe des principales crues. Les estimations de débit réalisées restent toutefois incertaines et ont pour cette raison été représentées sous forme d'intervalles de débits possibles. L'exploitation statistique de ces séries met tout d'abord en évidence l'hétérogénéité des débits de crues parmi les cours d'eau étudiés. L'intérêt des données historiques est ensuite clairement mis en évidence, à la fois pour effectuer le choix de distributions statistiques aptes à représenter les séries observées, puis pour préciser le calage de ces distributions. Il apparaît surtout que les risques d'erreurs sont extrêmement importants, lorsque ces méthodes consistant à ajuster des distributions statistiques aux séries observées, sont appliquées à partir des séries systématiques de courte durée. Les informations historiques permettent de fiabiliser ces méthodes, même lorsque les informations valorisées sont très incomplètes (par exemple limitées au décompte des dépassements d'un seuil ou à une crue historique unique). Par comparaison, la méthode du Gradex apparaît beaucoup plus robuste lorsque seules les données systématiques sont disponibles. Elle donne des résultats très cohérents avec les données historiques, et reproduit notamment très bien, à condition d'évaluer correctement le facteur de forme, la variabilité des débits parmi les bassins étudiés. Mais cette variabilité des débits devra tout de même être mieux expliquée, avant d'espérer extrapoler les résultats obtenus à des bassins non jaugés notamment.

---

**Discipline :** *Sciences et techniques de l'environnement*

---

**Mots-clés :** *rivière, crue, débit, bassin-versant, prédétermination, quantile, période de retour, fréquence, histoire, archives, Aude, Méditerranée*

---